Coperta: IOANA DRAGOMIRESCU MARDARE
Desene: RADA MUNTEANU RÂMNIC

CUVÎNT ÎNAINTE

Ideea de a asocia în titlul unei cărţi — speologia — numele unei ştiinţe interdisciplinare cu vechi tradiţii în ţara noastră, cu ghidul practic ar putea să pară, la prima vedere, cel puţin bizară. Are nevoie, oare, această ştiinţă, chiar în ţara unde în curînd se vor împlini 70 de ani de cînd savantul Emil Racoviţă a înfiinţat primul Institut de Speologie din lume, de un ghid practic ? În condiţiile în care speologia a ieşit din fruntariile, ei pur ştiinţifice, în eşalonul celor care o practică fiind prezenţi toi mai mulţi amatori care tind spre profesionalism, o asemenea lucrare devine necesară. Pentru că înainte de a fi cercetată cu mijloacele şi metodele riguroase ale ştiinţei, lumea subterană trebuie explorată, măsurată, fotografiată, scoasă deci din „întunericul"' care o guvernează.

Termenul de speologie se referă la o gamă largă de modalităţi de cunoaştere complexă a acelei părţi din domeniul subteran pe care o reprezintă pesxterile. Poate fi speolog şi omul de ştiinţă care ani de zile studiază morfologia sau comportamentul unui minuscul animal cavernicol, dar şi un tînăr sportiv care pilonează un perete sau decolmalează un sector dintr-o galerie subterană, dacă activitatea lor se concretizează prin descoperirea de noi „dimensiuni" ale domeniului speleal. Pentru a realiza cu adevărat un act cognitiv, cercetătorul-speolog trebuie să parcurgă peştera, deci să cunoască tehnicile de explorare, iar pentru a putea descoperi ceva nou şi mai ales să descrie descoperirile sale, exploratorul-speolog va trebui să posede un minimum de noţiuni teoretice din domeniul speologiei ştiinţifice, chiar dacă în ambele cazuri există şi excepţii, între aceste limite foarte largi ce reunesc aptitudini şi cunoştinţe din domenii contrastante — cele din diverse sporturi (alpinism, scufundări etc), fotografie, desen, cu cele peste 20 de domenii ştiinţifice — pasiunea, profesiunea ori interesul celor implicaţi sînt dintre cele mai diverse. Nu trebuie uitat, de asemenea, faptul că în ţara noastră există în afară de Institutul de Speologie „Emil Racoviţă", peste 50 de cercuri de speologie, ai căror membri, prin legăturaa strînsă cu oamenii de ştiinţă şi prin asumarea răspunderii de exploratori şi conservatori ai patrimoniului speologic naţional, fac deja dovada unui înalt profesionalism.

Au fost selectate, prin urmare, principalele noţiuni necesare parcurgerii şi înţelegerii universului subteran. Echipamentul, tehnicile moderne de explorare speologică sînt însoţite de prezentarea pe larg a unor noţiuni şi metode ale speologiei aplicative — cartarea, măsurarea, fotografierea domeniului subteran — şi de un minimum de elemente teoretice necesare unei categorii medii, aceea a speologului explorator şi prospector. Sperăm ca demersul nostru să fie util cît mai multor montaniarzi, geologi, geografi, profesori şi iubitori de natură. Sperăm, totodată, ca el să vină în întîmpinarea turiştilor şi autorilor de ghiduri turistice pentru ca aceştia să înţeleagă mai uşor importanţa, dar şi pericolul pe care îl reprezintă peşterile — un potenţial natural deosebit şi complex, dar care, în ciuda permanentei atracţii pe care o exercită, nu se poate constitui într-un obiectiv turistic decît în urma unor amenajări şi nu poate fi vizitat, fără mari riscuri, decît de către persoanele cu pregătire, cunoştinţe şi conduită adecvate.

Ca orice selecţie şi cea de faţă are o doză de subiectivism, autorii insistînd pe acele noţiuni şi metode în care experienţa ultimilor ani a adus modificări său completări importante ori renunţînd la unele aspecte uşor de găsit şi aprofundat într-o bibliografie recentă sau accesibilă; în acest sens recomandăm consultarea bibliografiei selective (mai ales, Bleahu M., 1982). În unele cazuri am subordonat textul ilustraţiei şi, dat fiind marea extindere a subiectelor, am fost nevoiţi să renunţăm la includerea unor capitole referitoare la geologia, hidrologia, hidrogeologia şi climatologia peşterilor ori regiunilor carstice.

În final, dorim să mulţumim tuturor celor care ne-au ajutat şi sprijinit la realizarea acestei lucrări — colegilor de la Institutul de Speologie „Emil Racoviţă", de. la cercul de speologie „Avenul" din Braşov şi, în mod deosebit, Radei Munteanu — Râmnic, pentru executarea desenului, iar lui Cristian Lascu, pentru elaborarea capitolului referitor la fotografia speologică. Exprimăm întreaga noastră gratitudine, pentru lectura manuscrisului, pentru preţioasele recomandări dr. Gabriel Diaconu şi conf. dr. Anton Năstase.

Autorii

PARTEA 1. SPEOLOGIE TEORETICA ŞI APLICATAA

Practicarea speologiei nu presupune — cum şi-o închipuie mulţi iubitori de natură — o simplă parcurgere de peşteri şi avene. Un speolog este, mai întîi de toate, un explorator, indiferent dacă pasiunea şi interesul său sînt îndreptate spre partea sportivă (strict explorativă) sau spre speologia ştiinţifică.

Este foarte important să ştim cum se „merge" în peşteră, este obligatoriu să ştim cum se „face" o lampă de carbid sau cum se ajută un coechipier accidentat, dar speologia începe dincolo de aceste noţiuni. Cunoaşterea echipamentului, materialelor şi tehnicilor de explorare este indispensabilă oricărei activităţi speologice, însă scopul dintotdeauna al speologiei este prospectarea şi cunoaşterea complexă a domeniului subteran. Din cunoştinţele unui speolog nu trebuie să lipsească niciodată tehnicile de explorare şi parcurgere, dar nici noţiunile de bază ale carstologiei şi speologiei fizice, iar din practica speologică trebuie temeinic stăpînite cartarea, măsurarea diverşilor parametri, fotografierea sau descrierea domeniului subteran. Fără astfel de cunoştinţe şi preocupări speologul nu-şi va putea îndeplini rolul şi menirea de explorator-prospector, iar activitatea şi descoperirile sale vor rămîne anonime.

CAPITOLUL 1. DESCRIEREA REŢELELOR SPEOLOGICE (SPEOMORFOLOGIA)

Ce este o peşteră, ce forme conţine aceasta, de ce apar peşteri în anumite roci, care sînt fenomenele ce au stat la baza formării lor — sînt numai cîteva dintre întrebările fireşti pe care le poate pune oricine este interesat, cît de cît, de speologie. Cartea de faţă, deşi este numai un ghid practic, nu-şi va atinge scopul fără să prezinte un minimum de noţiuni teoretice de bază, indispensabile în orice explorare sau prospecţiune speologică.

CE ESTE O PEŞTERĂ ?

Numirii peşteră orice gol subteran accesibil omului, format, în mod natural, în roci consolidate şi umplut cu gaze sau apă. Din această definiţie, unanim acceptată, se desprind două caracteristici majore ale peşterilor: (1) ele sînt numai acele porţiuni din domeniul subteran accesibile omului şi explorate de acesta; (2) noţiunea de peşteră nu este legată de un anumit tip de rocă sau geneză a golului.

Un gol subteran este, în egală măsură, un gol delimitat de planul unei fisuri, deschis cîţiva centimetri, un spaţiu unitar, decimetric sau metric, de tipul geodelor sau o complicată şi extinsă reţea carstică, ale cărei dimensiuni pot ajunge la sute de kilometri (peste 500 km Mammouth Cave System, S.U.A.). Noţiunea de gol subteran este atît de cuprinzătoare pentru că asemenea goluri, cu geneză variată şi configuraţie spaţială diversă, există într-un număr foarte m are în scoarţa terestră.

Fig 01 Dimensiunile convenţionale minime ale unui gol subteran.

Peşterile reprezintă numai acel procent din golurile subterane în care se poate pătrunde direct, respectiv cele deschise, în mod natural sau accidentul (prin diverse lucrări), la suprafaţă, suficient de largi pentru a putea fi explorate (dimensiunile modulului uman sînt de 40 — 80 cm) şi în care temperatura, compoziţia chimică a aerului sau apei (pentru golurile submerse) permit supravieţuirea. Accesibilitatea lor este, bineînţeles, legată şi de evoluţia în timp a tehnicilor de detectare şi a posibilităţilor de explorare. Iar pentru ca un gol deschis la suprafaţa terenului să fie considerat gol subteran acesta trebuie să mai îndeplinească anumite condiţii — lungime minimă de 5 m (stabilită prin convenţie), iar lăţimea sau înălţimea deschiderii să nu depăşească lungimea (fig. 1)

O primă clasificare a peşterilor, pe criterii genetice, este sugestivă şi necesară pentru o înţelegere mai exactă a definiţiei acestora (Trimmel H., 1968).

a) Peşterile primare sînt cele care se formează o dată cu rocile din jur. În această categorie intră pungile de gaze apărute în procesul de solidificare a lavelor vulcanice sau tuburile de lavă formate prin răcirea şi curgerea gradată a unor lave fluide; asemenea goluri devin peşteri prin deschiderea lor la zi şi formează categoria mare a peşterilor vulcanice. O altă categorie de peşteri primare o constituie golurile rămase între recifii de corali, datorate unei ocupări neuniforme a spaţiului de către organismele coraligene

sau cele apărute în spaţiile libere dintre depunerile de tufuri calcaroase.

b) Peşterile secundare se formează în roci preexistente, sînt mult mai numeroase şi cu forme mai diversificate decît cele din prima categorie. Ele pot fi generate de: procese tectonice —peşterile tectonice; spaţii rămase libere între îngrămădiri de blocuri — peşterile de acoperire; formate prin eroziune, în această categorie încadrîndu-se peşterile de abraziune, generate de valurile mării şi peşterile de mal, săpate de apele curgătoare; rezultate prin acţiunea chimică a apelor — peşterile de dizolvare sau carstice, care formează categoria cea mai importantă şi variată.

După momentul apariţiei golului subteran, indiferent care ar fi cauza genetică iniţială, orice peşteră intră într-o fază de evoluţie şi maturizare, fază în care are loc o mărire şi o diversificare diferenţiate ale formei şi conţinutului spaţiului său. În această a doua fază, peşterile primare evoluează, în primul rînd, prin prăbuşirea tavanului său prin colmatare, pînă la dispariţia definitivă a formei subterane.

Peşterile secundare, formate prin dizolvarea rocilor —*procese carstice* — au o evoluţie mai complicată, dar spectaculoasă. Fără a intra în detaliile fenomenelor care participă la geneza şi evoluţia lor, menţionăm faptul că excavarea golului prin dizolvarea rocii — procesul de coroziune — duce la o mărire continuă a spaţiilor iniţiale şi la alipirea altora noi, ceea ce determină formarea unor reţele subterane unitare, ale căror dimensiuni pot ajunge la sute de kilometri. Totalitatea spaţiilor explorate într-o reţea subterană constituie o reţea speologică, formată din una sau mai multe peşteri (fig. 2).

Cele mai multe reţele speologice au o geneză carstică. Ele se găsesc localizate în roci solubile şi fisurate, de tipul calcarelor sau dolomitelor şi, mai rar, în sare gemă, gips sau roci detritice consolidate cu ciment calcaros (conglomerate, gresii, marno-calcare etc.). În ţara noastră, peşterile dezvoltate în calcare şi dolomite reprezintă peste 98% din totalul de 11 000 de peşteri. Formarea lor este legată de apele provenite fie din precipitaţii, fie din albia rîurilor, ape captate în subteran, prin sisteme de fisuri şi diaclaze, unde acestea dizolvă mari volume de rocă. La geneza şi evoluţia golului subteran, pe lîngă coroziune, participă, ca procese secundare, eroziunea, prăbuşirile ori sedimentarea speleală, ceea ce determină o mărire şi o complicare suplimentare pentru configuraţia spaţială rezultată.

Geografii şi geologii consideră peşterile forme de relief subterane şi negative. Ei raportează golul la volumul de rocă care îl include şi sînt interesaţi să cunoască, cît mai exact, geneza peşterii şi poziţia acesteia

Fig, 2. Raportul dintre reţeaua carstică impenetrabila (a) şi reţeaua speologieă (h).

În spaţiu, în raport cu relieful de suprafaţă, geologia sau hidrogeologia regiunii. Speologului aflat în subteran, pereţii golului său umplutura acestuia îi apar ca reliefuri pozitive şi categorii de forme diferite. Interesul său, mult mai larg şi mai special, se va îndrepta, în plus, spre tridimensionalitatea cavernamentului, morfologia de amănunt, conţinutul umpluturii speleale, formarea şi dinamica acesteia din urmă, iar cercetările şi reprezentările sale cartografice vor reflecta astfel de preocupări. Cum bine se ştie, în carst, prezenţa peşterilor este strîns legată de existenţa formelor de suprafaţă (doline, uvale, văi seci, depresiuni închise etc.) şi de existenţa punctelor de pătrundere sau ieşire a apelor din subteran, iar prospecţiunea speologică va trebui să înceapă, în aceste regiuni, cu o prospecţiune carstologică a reliefului şi hidrografiei de la suprafaţă (vezi cap. 7).

În concluzie, putem considera peşterile drept configuraţii subterane ni geneză şi evoluţie specifice, dar diverse; ele apar fie ca forme izolate, în scoarţa terestră (peşterile primare), fie ca porţiuni explorate ale unor reţele subterane mai vaste (peşterile carstice). Ele sînt determinate, direct sau indirect, de un context regional mai larg, respectiv unitatea litologică şi unitatea de relief care le înglobează.

Cum marea majoritatea obiectivelor speologice se cunoaşte sau se descoperă în regiuni carstice, aceste obiective fiind dezvoltate pe calcare sau pe dolomite, cu formele cele mai complicate şi mai diversificate, în cele ce urmează ne vom referi, în primul rînd, la golurile şi reţelele carstice.

CÎTEVA NOŢIUNI DE BAZĂ

Cine întîlneşte un speolog pe o potecă de munte rămîne surprins nu numai de echipamentul său ieşit din comun, de pe care nu lipsesc peticele ori noroiul, dar şi de felul cum el, cu verva şi pasiunea oricărui explorator, descrie împrejurimile. Locuri şi peisaje clasice au în mintea şi în inima sa alte denumiri, alte semnificaţii. Nu vă va arăta poteci şi creste semeţe, ci doline sau ponoare. Nu vă va povesti despre frumuseţea amurgului de pe vîrful din zare, ci despre cumpenele de apă subterane ori despre denivelarea potenţială a unor reţele carstice ştiute numai de el. Iar la plecare, cînd va spune că el „nu trece niciodată pe la cabană, fiindcă aceasta se află pe un impermeabil neinteresant", veţi înţelege că speologii au un limbaj al lor. Acest limbaj se învaţă cu timpul, îl găsim explicat în cărţile şi revistele de specialitate. Cum un minim

de noţiuni este indispensabil la orice început de drum, cîteva dintre acestea le-am cuprins într-un scurt breviar, în cele ce urmează:

Speologie. Ştiinţă pluridisciplinara care se. ocupa cu studiul complex al peşterilor. Are drept scop explorarea şi cercetarea peşterilor, în contextul mai larg al mediului carstic sau paracarstic, proiecţia acestora şi găsirea eventualelor posibilităţi de valorificare a lor. În activitatea speologică se manifestă doua tendinţe: speologia ştiinţificaa şi speologia explorativă (sportivă sau de amatori).

Carst. Termen dat după numele provinciei Karst (Iugoslavia) şi care are un dublu sens: (a) regiune constituită din roci solubile, în care apar forme ele relief superficiale şi subterane specifice şi comportamente hidrogeologice caracteristice, datorate dizolvării chimice a rocii (carstificării); (b) fenomen natural şi efect al procesului de carstificare.

Carstologia. Ştiinţa care se ocupa cu studiul regiunilor şi fenomenelor carstice.

Carstificare. Proces fizico-chimic de modelare a rocilor mai solubile prin coroziune, asociată cu alte procese secundare (eroziune, dezagregări, prăbuşiri, sedimentare şi precipitare chimică).

Roci carstificabile. Roci în care procesul de carstificare este specific: rocile carbonatate (calcarele, dolomitele) şi evaporitele (gips, anhidrit, sare).

Roci pseudocarstică. Roci în care apar forme şi fenomene asemănătoare carstului; de regulă, roci sedimentare detritice cu ciment său conţinut carbonatic (marne, conglomerate, gresii, loess).

Relief carstic. Relief specific, dezvoltat pe roci carstificabile: exocarstul fiind relieful de suprafaţă, iar endocarstul, relieful subteran.

Forme carstice. Forme rezultate în urma carstificării: (a) formele, exocarstice — lapiezuri, doline, uvale, văi oarbe, polii (în carstul clasic); (b) formele endocarstice (dau forma şi conţinutul reţelelor subterane) — de coroziune (linguriţe, septe, lapiezuri subterane, hieroglife, anastomoze etc.), de eroziune (nivele de curgere, marmite, terase etc.), de incaziune (cele datorate prăbuşirilor), de precipitare chimică-speleotemele (de picurare, de prelingere, datorate capilarităţii, depuse în bazine etc.) şi depozitele speleale.

Regiune carstică. Regiune geografică în care predomină relieful sau fenomenele carstice.

Zonă carsticaa, (a) O suprafaţă unitară formată din roci carstificabile şi caracterizată prin prezenţa formelor şi fenomenelor carstice; (b) o zonă (verticală) într-un carst cu proprietăţi hidrogeologice comune (zona de infiltraţie, de percolaţie verticală, de circulaţie permanentă şi zona înecată).

Sector carstic. Subdiviziune a zonei carstice delimitată orohidrografic.

Acvifer carstic. Volum de rocă dintr-un carst în care circulă sau se acumulează ape subterane.

Reţea carstică subterană. Reţeaua subterană dintr-un carst formată dintr-un ansamblu de. fisuri (reţeaua de fisuri) şi conducte (reţeaua de conducte), pe care a circulat, circulă sau poate circula apa; porţiunea ci penet rabi la pentru om este considerată reţeaua speologică.

Cavernament. Totalitatea (volumul) golurilor subterane naturale dintr-un carst; volumul reţelei de conducte.

TIPURI ŞI CLASIFICĂRI

Una dintre principalele caracteristici ale formelor carstice, în general, şi ale peşterilor, în special, este marea lor varietate şi diversitate. Printr-un termen generic destul de vag — peşteră — sînt denumite peste un sfert de milion de goluri subterane, explorate şi inventariate pe întreaga planetă, fără să semene unul cu celălalt. Ele s-au format datorită unor cauze diverse, în climate, la latitudini şi altitudini diferite, pentru multe dintre ele forma şi dimensiunile reflectînd nu atît nişte condiţii genetice, cît mai ales un stadiu subiectiv de cunoaştere şi explorare. În această diversitate de cauze şi aspecte ale unui domeniu în care zilnic se descoperă ceva nou în ţara noastră, de pildă, în intervalul 1978—1988, s-au descoperit, în medie, 2 peşteri pe zi), există, ca pretutindeni în natură, o ordine generală. Este normal să existe, de asemenea, o legătură logică între aspectul unei regiuni şi peşterile sale sau între distribuţia spaţiilor subterane, conţinutul şi geneza acestora. Descifrarea permanentă a unor astfel de legături a adus speologiei descoperiri senzaţionale, dar nu numai atît. Pe baza lor s-au putut face sistematizări şi clasificări, stabilindu-se tipuri de forme şi fenomene specifice care, în momentul de faţă, reprezintă adevărate „chei" ale explorării şi cunoaşterii peşterilor.

Cînd intenţionăm să abordăm o peşteră, este foarte important să ştim ce echipament ne este necesar, cît vom rămîne în subteran, cît este de rece sau de umed acolo, dacă întîlnim apă său nu şi multe alte amănunte ce se pot afla, pe scurt, din întrebarea: ce tip de reţea vom vizita sau explora? Cunoaşterea cît, mai multor tipuri şi clasificări ale peşterilor intră în ABC-ul speologiei, drept care, o parte dintre ele, vor fi prezentate împreună cu criteriile după care nu fost stabilite.

Pentru a explora, carta şi apoi a descrie corect o peşteră, iar munca depusă să fie folositoare şi deci înţeleasă (chiar şi de cei care nu vor pătrunde niciodată în subteranele ei), speologul-prospector trebuie să cunoască următoarele categorii de noţiuni teoretice din domeniul speologiei fizice: în primul rînd, din ce se compune reţeaua peşterii, respectiv geometria golului subteran; ce forme şi elemente specifice conţine acesta; cum se formează golurile subterane şi formele care le compun sau le conţin, respectiv geneza reţelei şi a formelor subterane.

O primă clasificare a peşterilor s-a făcut chiar prin felul în care au fost denumite.

În momentul cînd se descoperea o intrare în subteran ea era botezată peştera — dacă golul era orizontal — sau aven — dacă acesta era vertical. Această împărţire, deşi foarte utilizată, este şi deosebit de subiectivă. În primul rînd, peşterile sau avenele erau descoperite de localnici ori drumeţi, iar aceştia le deosebeau după impresia de accesibilitate pe care le-o făcea intrarea. În toponimia populară există, de altfel, în mai toate limbile, termeni diferiţi pentru cele două tipuri de deschideri speologice. Dar, uneori, numeroase goluri cu deschideri verticale au fost numite peşteri şi nu avene, pentru motivul că se putea coborî în ele fără frînghie sau scară. Explorînd goluri din ce în ce mai complicate, speologii s-au convins că ele reprezintă reţele dezvoltate tridimensional, în care direcţia intrării nu reflectă, întotdeauna, situaţia din subteran unde un peisaj orizontal, la intrare, se continuă cu puţuri adînci sau un puţ de cîţiva metri este, de fapt, intrarea unei peşteri de mulţi kilometri. O rezolvare a fost stabilirea, în plus, a unor tipuri mixte, respectiv pesxteră-aven şi aven-pesxteră. Noua diferenţiere a devenit şi ea curînd insuficientă şi nesatisfăcătoare. Exploratorii refuzau să denumească altfel decît aven un gol în care au coborît sute de metri pe scăriţă, chiar dacă acesta se continua cu zeci de kilometri de galerii orizontale. Iar dacă ar fi făcut-o, nu aveau un criteriu riguros de diferenţiere. Şi nu toţi descoperitorii consideră direcţia de dezvoltare a reţelei subterane caracteristica ei esenţială; peşterile cu gheţari subterani au fost denumite pesxteri-ghetxar, cele cu sifoane pesxteri-sifon sau ponor ori izvor, cele formate dintr-o simplă sală, pesxteri-sală, avenele cu deschideri foarte largi, prăpastie carstică etc. În ultimii ani, cînd multe peşteri au fost botezate prin coduri sau cifre, denumirea şi-a pierdut şi mai mult din semnificaţia sa morfologică.

Trebuie precizat că o peşteră, prin condiţiile definirii termenii lui, reprezintă o simplă unitate spaţialaa subterană în care diversitatea configuraţiilor, proprietăţilor şi elementelor este deosebit de mare. Din acest motiv, reţelele speologice mai complicate şi cu dimensiuni mai mari sînt greu de cuprins integral în criteriile elementare de clasificare, într-o reţea complexă există, întotdeauna, galerii, sectoare ori etaje asemănătoare din punctul de vedere al formei sau al uneia ori alteia dintre proprietăţi. Aceste subdiviziuni, relativ unitare, se vor analiza, iniţial, independent, iar pe baza tipurilor şi proprietăţilor stabilite, pentru fiecare în parte, se va obţine, în final, o imagine şi o caracterizare de ansamblu a reţelei.

Reţeaua speologică poate fi clasificată după: formă, complexitate, geneză, dimensiunea şi conţinutul (umplutura solidă) golurilor care o compun — criteriile morfologice; după prezenţa, dinamica şi unele proprietăţi ale apei (umplutura lichidă) — criteriile hidrologice; după dinamica şi proprietăţile aerului din interior (umplutura gazoasă) — criteriile climatice. Pe baza fiecărui criteriu se stabileşte un tip de reţea, galerie sau deschidere ori o caracteristică a lor.

CRITERIILE MORFOLOGICE

Forma reţelelor subterane este principalul element de diferenţiere a acestora. Ea se defineşte şi se caracterizează atît după dimensiunile şi aspectul diferitelor categorii de forme, cît şi după factorii şi procesele specifice care le-au generat.

DIMENSIUNILE REŢELEI SPEOLOGICE

Dimensiunea reprezintă un criteriu morfometric de clasificare, în baza căruia peşterile se împart în funcţie de dimensiunile a trei parametri (explicaţi în cap. 2).

A. Dezvoltarea reţelei exprimă mărimea acesteia; a fost limitată, prin convenţie, la 5 m dimensiunea minimă de la care un gol subteran este considerat peşteră (fig. 1) şi deosebim: peşteri foarte mici, sub 10 m; peşteri mici, între 10-50 m; peşteri mijlocii, între 50—500 m; peşteri mari, între 0,5-5 km; peşteri foarte mari, între 5—50 km şi peşteri gigantice, peste 50 km. Intervalele de dezvoltare pot să difere de la o ţară la alta. Astfel, în ţările sărace în peşteri, peşteri mari sînt considerate cele peste 200 său chiar 100 m dezvoltare.

B. Denivelarea reţelei exprimă adîncimea sau înălţimea sa maximă. Deosebim: peşteri nedenivelate sau cu denivelări nesemnificative, sub 5 m; peşteri puţin denivelate, între 5—50 m; peşteri cu denivelare medie, între 50-100 m; peşteri cu denivelare mare, între 100 500 m; peşteri cu denivelare foarte

mare, peste 500 m.

În ţara noastră, unde dezvoltarea medie a peşterilor este în jur de 100 m, iar denivelarea de 10 m, împărţirea de mai sus este satisfăcătoare.

C. Extensia plan liniară exprimă cît de mare este distanţa, măsurată pe hartă, între punctele extreme ale reţelei. Categoriile de extensie sînt cu o treaptă mai mici decît cele de dezvoltare.

TIPUL DE DESCHIDERE (INTRARE)

Morfologia intrării este, cum s-a arătat, unul dintre cele mai utilizate criterii de clasificare. În funcţie de acesta se acordă denumirea şi se poate aprecia uneori configuraţia cavernamentului. Există patru criterii de stabilire a tipurilor şi subtipurilor de deschideri.

A. După poziţia deschiderii:

1. intrare de peşteră — deschiderea orizontală la care secţiunea intrării este în plan vertical;
2. intrare de aven — deschiderea verticală la care secţiunea intrării este într-un plan relativ orizontal.

B. După accesibilitatea deschiderii:

1. deschideri penetrabile
2. deschideri impenetrabile— sub dimensiunile modulului uman; cele care comunică cu reţeaua explorată şi prin care intră lumina zilei se numesc ferestre.

C. După raportul între dimensiunea intrării şi dezvoltarea golului subteran (fig. 3):

1. deschideri speologice - dimensiunile intrării sînt inferioare dezvoltării golului <a>[1];
2. abriuri — lăţimea intrării est& mal mare decît dezvoltarea golului <bl>;
3. arcade — înălţimea intrării este mai mare decît dezvoltarea golului <b2>.

D. După natura deschiderii:

1. deschideri naturale;
2. deschideri artificiale — apărute în cariere, galerii şi puţuri miniere, fundaţii său prin construcţii de drumuri etc.

Fig. 3. Diferenţierea deschiderilor speologice după dimensiuni (a_l a_2, peşteri, a3, aven de alte tipuri de excavaţii (b1 abri, b_2 arcadă, b, dolină).

Fig. 4. Direcţia generală de dezvoltare a golurilor subterane în plan vertical: a) orientalaa; b) verticală; c) oblică; 1. ascendentă; 2. descendentă.

DIRECŢIA GENERALĂ DE DEZVOLTARE A REŢELELOR SAU GALERIILOR

A. Direcţia în plan vertical se stabileşte în raport cu punctul de intrare, utilizînd reprezentarea reţelei pe profile longitudinale; este un criteriu după care se poate clasifica atît întreaga reţea, cît şi numai o porţiune a ei (fig. 4):

1. direcţie orizontală— reţele şi galerii orizontale sau cvasiorizontale <a>;
2. direcţie verticală — reţele verticale şi cvasi-verticale, iar pentru porţiuni de reţea — puţuri, cînd golul vertical coboară <b2> şi hornuri, cînd el urcă <bl>;
3. direcţie oblică — poate fi ascendentaa sau descendentă — reţele şi galerii ascendente sau descendente <cl, c2>.

Tipurile de reţele sau galerii se apreciază prin analiza hărţilor sau profilelor şi sînt orientative. Direcţia poate fi stabilită mai precis şi foarte simplu pe baza unui indice speometric — indicele de extensie (raportul dintre valoarea extensiei plane şi denivelare — vezi cap. 2).

B. Direcţia în plan orizontal se stabileşte pe harta reţelei şi este dată de direcţia generală a suprafeţei (poligonului) în care se înscrie reţeaua (fig. 5):

1. reţea dezvoltată pe o direcţie axială dominantă <a>
2. reţea dezvoltată pe două său mai multe direcţii preferenţiale <b>;
3. reţea dezvoltată fără direcţii preferenţiale <c>.

CONFIGURAŢIA REŢELELOR SPEOLOGICE

Aspectul pe care îl pot avea golurile ce conţin forme, de la simpla galerie la o reţea complicată, nu poate fi cuprins şi exprimat într-o singură clasificare. Este necesar să se stabilească, pe rînd, forma golurilor ce compun reţeaua (componenţa reţelei), modul lor de îmbinare în spaţiu (forma internă) şi configuraţia de

[1] Cifrele şi literele încadrate de paranteze ascuţite (a) (b1) indică trimiteri la un desen sau la o explicaţie din ultima figură citată în text.

ansamblu a reţelei (forma externă).

Fig. 5. Direcţia generală de dezvoltare a reţelelor subterane, în plan orizontal: a) direcţie axială dominanţii; b) doua direcţii preferenţiale; c) faară directxii generale preferentxiale.

Fig. 6. Componenţa reţelei speologice: a) plan; b) profil longitudinal; l. galerie; 2. puţ; 3. sală (dupa Rennult Ph., 1958).

A. Componenţa reţelei. O reţea speologică este o îmbinare de tronsoane, cu dimensiuni şi forme diverse (fig. 6). În vorbirea curentă, le denumim galerii, putxuri sau hornuri, pe cele alungite, şi săli, pe cele mai largi şi mai înalte în raport cu primele. Dacă o galerie este foarte îngustă şi înaltă se cheamă diaclază, dacă este foarte joasă şi largă, laminor, iar dacă este o laterală cu secţiune foarte mică, diverticul.Toate aceste denumiri sînt subiective şi nu au la bază un criteriu geometric de atribuire, ceea ce dă naştere la confuzii şi denumiri improprii, mai ales în ceea ce priveşte sălile.

Fig. 7. Categorii geometrice de module spaţiale: a) spaţii dezvoltate predominant pe o direcţie; b) spaţii dezvoltate predominant pe două direcţii; c) spaţii dezvoltate relativ uniform tridirecţional.

Reţeaua subterană şi golurile acesteia se compun din module spaţiale ce se pot clasificaa, după formă şi proporţii, în următoarele trei categorii geometrice (fig. 7):

1. spaţii dezvoltate predominant pe o direcţie (conducte) — tronsoane de galerii, puţuri sau hornuri cu secţiuni transversale uniforme <a>;
2. spaţii dezvoltate predominant pe două direcţii — tronsoane de galerii (foarte înalte sau joase), puţuri sau hornuri scurte, cu secţiuni transversale aplatizate <b>;
3. spaţii dezvoltate relativ uniform bidirecţional —sălile <c>.

Utilizarea acestei clasificări este necesară pentru o corectă cartare şi măsurare a peşterilor. Modulele ce compun o reţea se stabilesc, în mare, în timpul cartării peşterii şi definitiv prin analiza, pe reprezentările cartografice, a modificărilor formei în planul şi în secţiunea golului.

B. Forma şi organizarea internă a reţelei; Modulele spaţiale, respectiv tronsoanele, se îmbină între ele prin intermediul coturilor sau intersecţiilor formînd ansambluri de goluri, fie din acelaşi tip de module (galerii sau puţuri cu secţiuni uniforme; galerii sau puţuri aplatizate; săli), fie din alternanţa unor tipuri diferite, îmbinarea se face îa următoarele moduri (fig. 8):

Fig. 8. Forma şi organizarea internă a golurilor şi reţelelor subterane (moduri de aşezare a modulelor): a) suită — a1, liniară, a2, cotită, a3, sinuoasă; b) arborescentă; c) reţea — c1 - ortogonală, c_{-2} labirintică.

1. suită — modulele se înşiruie unul în continuarea celuilalt; suitele pot fi drepte (galerii rectilinii) <al>, cotite (galerii cotite) <a2> sau sinuoase (galerii meandrate) <a3> — în vedere plană — sau drepte, în trepte, cu suişuri şi coborîşuri — în profil longitudinal; de exemplu, o peşteră formată dintr-o galerie unică, în lungul căreia se modifică secţiunea longitudinală (se trece de la un modul la altul); un sector de peşteră lipsit de ramificaţii şi format dintr-o succesiune de galerii şi săli;
2. arborescentă — îmbinarea se face prin intermediul intersecţiilor, rezultînd o configuraţie asemănătoare ramurilor unui arbore (configuraţie dendritică), în care galeriile confluează la o galerie principală; de exemplu, o galerie principală cu afluenţi laterali sau o peşteră cu o astfel de configuraţie <b>
3. retxea — îmbinarea modulelor se face prin intermediul unor noduri, iar tronsoanele se întretaie între ele formînd o reţea; configuraţia reţelei este ortogonală <cl > sau rectangulară, cînd tronsoanele sînt drepte, respectiv formează unghiuri relativ drepte, şi labirintică, cînd tronsoanele sînt sinuoase <c2>.

Suitele, arborescentele sau reţelele se pot dezvolta relativ în acelaşi plan (plan de bază) şi se numesc plane sau în plane diferite şi sînt numite tridimensionale. În alcătuirea lor poate exista o distribuţie şi o densitate relativ uniforme ale tronsoanelor sau sectoare cu densităţi diferite.

C. Forma şi organizarea externă a reţelei. Configuraţia de ansamblu a golurilor ce compun reţeaua determină forma sa externă. Dat fiind complexitatea acestei configuraţii şi dificultatea reprezentării ei în spaţiu, pentru obţinerea unei imagini generale a reţelei, forma externă se analizează întocmai ca şi direcţia generală de dezvoltare, în plan orizontal şi vertical. În ambele planuri, reţeaua poate avea o dezvoltare simetrică său asimetrică, în raport cu direcţia generală său cu o galerie principală. Forma în plan a reţelei este exprimată de forma suprafeţei pe care aceasta o acoperă şi are aspecte dintre cele mai diverse — de la cui alungit, la aspectul lobat ori grupat.

Configuraţia în spaţiu a reţelei, indiferent de forma sa internă sau de cea externă în planul orizontal ori vertical, se încadrează în următoarele tipuri (fig. 9):

1. dezvoltare dominantă într-un plan de bază orizontal — reţelele orizontale <a>.
2. dezvoltarea dominantă într-un plan de bază vertical — reţele verticale <b>;

dezvoltare în mai multe plane, pe nivele succesive — reţele etajate, care se diferenţiază, la rîndul lor, în reţele cu galerii de legătură între etaje cu succesiuni de nivele cvasi-orizontale, legate între ele prin puţuri

Fig 9. Configuraţia în spaţiu a reţelelor subterane: a) reţele orizontale; b) reţele verticale; c) reţele complexe etajate.

GENEZA REŢELELOR SUBTERANE

În studiul reliefului (geomorfologie) se poate formula o lege care spune că: orice formă de relief este rezultatul factorilor şi proceselor care au participat la modelarea sa. Reţelele, carstice nu se abat cu nimic de la această regulă, configuraţia lor fiind determinată de condiţiile care le-au generat şi în care au evoluat ulterior. Formele subterane sînt rezultatul interacţiunii a două categorii de factori: cei datoraţi rocii, respectiv condiţiile geologice, şi cei datoraţi apei, respectiv condiţiile hidrogeologice. Interacţiunea dintre ei se realizează prin intermediul proceselor speogenetice (carstificare). Atît factorii cît şi procesele speogenetice constituie criterii de clasificare, pe baza lor putîndu-se diferenţia, în tipuri morfologice, întreaga gamă de configuraţii spaţiale subterane — reţeaua, sectoarele de reţea, galeriile, formele şi microformele endocarstice. Dimensiunile şi importanţa acestor configuraţii depind de scara la care se extind său persistă factorii şi procesele genetice determinante.

FACTORII GEOLOGICI

Factorii geologici sînt în număr de trei şi anume: constituţia petrografică, structura geologică şi tectonica rocii. Roca, asemenea reţelei carstice, are o geometrie proprie; cele două geometrii pot fi conforme (reţeaua sau galeria sînt adaptate la geometria rocii), contrare ori indiferente (geometria reţelei este determinată de alţi factori).

A. FACTORUL PETROGRAFIC

Petrografia rocii este factorul geologic determinant, deoarece proprietăţile cristalografice, mineralogice şi texturale ale acesteia imprima tipul, viteza şi intensitatea modelării speogenetice, diferenţiind, aprioric, un anumit tip de cavernament. O astfel de condiţionare trebuie explicată mai pe larg.
într-un calcar pur (peste 95% $CaCO_3$), modelarea dominantă şi suficientă pentru formarea unei reţele carstice este coroziunea., roca fiind deosebit de solubilă; dacă roca este mai pură sînt suficiente fie ape mai puţin agresive, fie un timp mai scurt pentru modelarea ei, iar dacă puritatea scade va trebui să crească fie agresivitatea, fie timpul. Cu cît procentul de $CaC0_3$ scade, cantitatea fracţiilor-insolubile din rocă creşte sxi va fi necesar, pentru dislocarea şi îndepărtarea acestei fracţii, să participe, la modelarea reţelei, procese speogenetice suplimentare — eroziunea, într-o primă fază. Cînd procentul de $CaC0_3$ din rocă scade sub două treimi (cazul gresiilor sau al conglomeratelor cu ciment calcaros) nu mai are loc o carstificare propriu-zisă şi factorul petrografic impune o modelare clasto-carstică sau pseudocarstică. Coroziunea dizolvă fracţiile carbonatice din aceste roci, dar cantitatea de material insolubil fiind mare acesta se sedimentează sau se prăbuşeşte în golul subteran şi există permanent tendinţa colmatării galeriei. Pentru ca excavarea reţelei să continue vor trebui să predomine procesele de eroziune, care să fărîmiţezc materialul detritic şi să-l transporte la suprafaţă.

Rezultă deci, cum s-a afirmat deja, că tipul petrografic al rocii-gazdă determină un anumit tip de cavernament.

a) Tipuri petrografice de goluri sxi retxele subterane:

1. cavernament în roci carbonatice — calcare şi dolomite, travertine — dezvoltat predominant prin procese chimice (coroziune);
2. cavernament în evaporite — dezvoltat prin dizolvarea fizică (sarea gemă) sau chimică a rocilor (gips, anhidrit);
3. cavernament în roci carbonatice detritice cimentate — conglomerate, gresii, marne — dezvoltat prin procese clastocarstice, între care predomină procesele de eroziune;
4. cavernament în roci pseudocarstice — loess, gresii cuarţitice etc. — dezvoltat prin alte procese, între care, la formarea directă a golului, coroziunea apare secundar sau accidental.
5. cavernament în roci necarstice — roci metamorfice sau vulcanice — dezvoltat prin procese

endogene său exogene necarstice.

b) Poziţia golului în raport cu petrografia

Dacă luăm în discuţie poziţia unei porţiuni de reţea său de galerie, în raport cu alcătuirea petrografică a rocii, vom diferenţia următoarele tipuri de goluri subterane:

1. goluri dezvoltate într-o rocă unitară,
2. goluri dezvoltate într-o succesiune stratigrafică din roci cu proprietăţi asemănătoare; de exemplu, calcare şi dolomite său calcare jurasice şi cretacice;
3. goluri dezvoltate la contactul (contact litologic) dinlre roci cu proprietătxi fundamental diferite :de exemplu, calcare şi şisturi cristaline.

B. FACTORUL STRUCTURAL GEOLOGIC

Se ştie că rocile sedimentare, din care. fac parte şi cele carbonatice, în funcţie de modul de formare, au o structură masivă (calcare organogene) sau, cel mai adesea, sînt dispuse în strate de grosimi diferite, despărţite printr-o discontinuitate numită faţă de strat (calcarele de precipitare chimică sau cele detritice). Feţele de strat favorizează formarea golurilor subterane, cînd sînt libere, şi permit pătrunderea apei sau o diminuează, cînd conţin o peliculă mai subţire sau mai groasă de argilă. După poziţia golului, în raport cu feţele de strat, se deosebesc următoarele modele genetice (fig. 10):

1. goluri dezvoltate pe fetxe de strat <a>, subîmpărţite în goluri a căror înclinare coincide cu a feţei de strat (faţa de strat este un factor genetic principal) sau este diferită (au participat şi alţi factori genetici importanţi);
2. goluri dezvoltate perpendicular pe fetxele de strat <b> — poziţia poate fi supraimpusă şi să semnifice rolul de conductă de legătură al golului (horn de urcare) între două tronsoane conforme cu stratificaţia;
3. goluri cu o poziţie oarecare h feţele de strat <c> — rolul genetic al stratificaţiei este minor. La aceste tipuri se mai adaugă, ca o categorie aparte, golurile dezvoltate în roci masive.

Fig. 10. Poziţia golului subteran în raport cu fetxele de strat ale rocii: a) pe fetxe de strat — a1 intrastrat, a_2 interstrat, a_a suprastrat. a_4 înclinare conformă, a_5 la intersecţia cu o fisură, a_6 la nivelul curgerii libere; b) transversal pe faţa de strat; c) poziţie oarecare.

C. FACTORUL TECTONIC

Litoclazele, respectiv fisurile, diaclazele sau faliile reprezintă o a doua categorie de discontinuităţi prin care pătrunde şi circulă apa în rocă. Ele formează, în masa rocii, o complicată reţea tridimensională — reţeaua litoclazelor, formată din întretăierea planelor de ruptură a rocii şi ierarhizată, după dimensiunile şi provenienţa acestor plane, în direcţii compatibile sau nu cu dezvoltarea spaţială. Rolul genetic al litoclazelor se reflectă prin poziţia golului subteran în raport cu ele (fig. 11):

1. goluri dezvoltate în lungul intersecţiei a două litoclaze <a> — rolul factorului tectonic este determinant;
2. goluri dezvoltate pe direcţia unei litoclaze <b> — a participat şi un alt factor genetic în determinarea poziţiei (stratificaţia ori nivelul curgerii libere);
3. goluri cu o poziţie oarecare în raport cu reţeaua de fisuri <c> — rolul litoclazelor este minor.

Tot la rolul genetic al fisuraţiei trebuie amintite golurile subterane delimitate şi ecranate la un capăt de o litoclază importantă (de regulă, falie).

Fig. 11. Poziţia golului subteran în raport cu litoclazele: a) la intersecţia a două fisuri; b) supraimpus în planul unei fisuri; c) poziţie oarecare.

FACTORII HIDROGEOLOGIC

Spre deosebire de rocă, cu un rol pasiv, de gazdă, în geneza endocarstului, apa este un factor activ ce determină, nemijlocit, formarea celui mai mare număr de peşteri. Participarea factorului hidrologic se bazează pe proprietatea apelor subterane de a transporta agenţii corozivi şi erozivi ai modelării carstice şi se menţine mimai atît timp cît aceştia circulă prin rocă. Circulaţia apei determină, pe de o parte, zona de formare a galeriilor sau reţelelor carstice, imprimînd poziţia acestora iar, pe de altă parte, regimul modelării endocarstice.

A. POZIŢIA GALERIILOR ŞI REŢELELOR

Fig. 12. Poziţia golurilor în raport cu organi/arca interna a acviferelor carstice (schemă simplificată): a) pe direcţia infiltraţiei — a_a active, a_2 fosile; b) pe direcţia nivelelor de curgere

liberă — b_1 active, b_2 fosile; c) la nivelul suprafeţei acviferului — c_1 active, c_2 temporar active; d) pe direcţia generală ascensională a descărcării acviferului; e) generate de alte cauze. 1. calcar; 2. roci impermeabile; 3. zonă înecată — 3_a permanentă, 3_b fluctuaţii de nivel; 4. curgere vadoasă; 5. curgere sub presiune.

Circulaţia şi acţiunea apei într-un volum de rocă, atunci cînd nu este impusă de factorii geologici (intersecţia de litoclaze şi fetxe de strat sau goluri preexistente), are o direcţie şi o poziţie determinate de organizarea internă şi de dinamica acviferului carstic. Golurile carstice se formează pe următoarele direcţii principale (fig. 12):

1. goluri dezvoltate predominant vertical <a> — determinate de direcţia infiltraţiei pe linii de minimă rezistenţă, verticale;
2. goluri dezvoltate pe direcţia, mai mult sau mai puţin înclinată, a nivelelor de curgere, între punctul de intrare a apelor în rocă şi cele de ieşire <b>;
3. goluri dezvoltate, predominant suborizontal, la nivelul curgerii libere <c>;
4. goluri dezvoltate pe direcţia generală ascensională a descărcării acviferului <d> — curgerea de adîncime din zona înecată.

B. REGIMUL MODELĂRII ENDOCARSTICE

Tipul genetic al reţelelor este determinat de urmatoarele regimuri de curgere a apelor în subteran:

1. regimul înecat— specific modelării sub presiune, dud, formarea golului are loc sub nivelul curgerii gravitaţionale, unde galeriile sînt umplute în întregime cu apă; coroziunea este procesul spcogenelic dominant;
2. regimul liber — specific modelării vadoase şi curgerii gravitaţionale; alături de coroziune participă eroziunea şi sedimentarea;
3. neparticiparea apei la formarea şi modelarea golului — cazul unor goluri datorate accidentelor rocii (de ex. golurile de dislocaţie gravitaţională din calcare), care au o morfologic lectono-structurclă necarstică.

Fiecare regim de modelare generează o morfologie specifică în diversele sectoare sau etaje ale reţelei subterane, morfologie reflectată atît la nivelul formei secţiunilor şi profilelor de galerie, cît şi în tipul, aspectul şi frecvenţa microformelor subterane. În cazul succedării, în timp, a mai multor regimuri de modelare, aspectul actual al reţelei este determinat fie de procesele modelatoare dominante, fie de cele ultime (fig. 13).

PROCESELE SPEOGENETICE

Fig. 13. Secţiuni de galerii specifice diverselor tipuri de modelare endocarstică: a) regim înecat; b) regim liber; c) regim subaerian.

Procesele speogenetice sînt declanşate de trei cauze principale şi anume: acţiunea chimică a apei, acţiunea mecanică a apei şi acţiunea gravitaţiei. Pentru fiecare cauză, în parte, există procese de excavare a rocii şi procese de umplere a golului, iar fiecare proces determină o modificare specifică a spaţiului subteran, căreia îi corespunde un tip de formă endocarstică negativă sau pozitivă:

— procese chimice- formele de. coroziune şi precipitare;
— procesele mecanice — formele de eroziune şi sedimentare;
— procesele gravitaţionale — formele de incaziune, respectiv desprinderile şi acumulările de blocuri.

Acţiunea unui proces speogerietic sau a mai multor procese conjugate (situaţie frecventă) poate afecta o porţiune mai mare sau mai mică din reţeaua subterană, iar în funcţie de extinderea acestor procese se ierarhizează, în categorii spaţiale, formele tipice rezultate:

— microforme (forme generale) — reţeaua sau golul carstic în ansamblul lor;
— mezoforme (forme locale) — suprafaţa înfăşurătoare a tronsoanelor de galerie, de puţ, de sală;
— microforme — suprafeţe restrînse pe podeaua, pereţii sau tavanul golului.

Vom clasifica schematic principalele grupe de forme endocarstice ilustrînd, unde este posibil, condiţiile genetice specifice. Ele sînt cele considerate forme-tip pentru principalele regimuri de modelare, dar aspectul propriu-zis al reliefului subteran este mult mai complex şi mai diversificat, datorită unor condiţii suplimentare, cum ar fi:

— poziţia golului în raport cu elementele geologice ale rocii;
— aspectul iniţial al suprafeţei pe care au avut loc procesele de excavare sau de depunere;
— intensitatea şi durata procesului generator al formei.

În cele ce urmează, ne rezumăm la sistematizarea formelor endocarstice, descrierea lor fiind făcută detaliat într-o lucrare recentă, binecunoscută speologilor (Bleahu M., 1982). Prin intermediul unui desen de ansamblu fig. 14 (planşa I — forzatz) — în care a fost reprezentată o reţea subterană idealizată, vom ilustra poziţia, iar acolo unde este posibil, aspectul principalelor forme endocarstice.

A. FORMELE DE EXCAVARE

Numite şi forme negative, ele sînt cele rezultate în urma săpării golului subteran.

a) Formele de coroziune

Au la bază reacţia de dizolvare a carbonatului de calciu de către bioxidul de carbon disociat în apă, de pe urma căreia rezultă bicarbonatul de calciu solubil în apă; reacţia se scrie în forma cea mai simplificată astfel:

$C0_2$-+H2O -> H_2C0_3 (acidul carbonic)

$CaC0_3$+H_2C0_3 ->$Ca(C0_3H)_2$ (bicarbonatul de calciu)

Deci, procesul de coroziune are loc numai în prezenţa apei, care are rolul de agent modelator şi transportor, agent ce impune condiţiile modelării. Clasificarea formelor de coroziune se face, în primul rînd, după regimul modelării şi apoi după scara la care are loc dezvoltarea spaţială rezultată.

1. Modelarea în regim subaerian generează microforme şi se produce pe suprafeţe restrînse, care vin în contact, permanent său periodic, cu pelicule sau volume de apă de diverse proveniențe:

1a. apa de condens (depusă pe pereţii sau tavanul galeriilor) — alveolele de coroziune <al>;

1b. apa de împroşcare (în jurul unor praguri său cascade) — pereţi rugoşi <a2>, muchii tăioase <a3>;

1c. apa de picurare — excavaţii de egutaţie (în rocă sau pe blocuri) <a4>;

1d. apa de prelingere (areală) — pereţi rugoşi, pseudohieroglife <a5>, muchii tăioase;

1e. apa de şiroire — lapiezuri endocarstice pe pereţi <a6> său pe podea <a7>;

1f. apa de îmbibare a unor depozite (perne de argilă) — amprente negative (care mulează forma depozitului) <aS>.

2. Modelarea în regim liber (vados) are loc într-o apă cu circulaţie organizată, liberă şi generează urmatoarele categorii şi tipuri de forme:

2a. mezoforme — albii lărgite <a9>, nisxe laterale submerse <a10>, şanţuri de podea (în lungul fisurilor său feţelor de stiat) <a11>;

2b. microforme — hieroglife <a12>, septe de podea <a13>, amprente de aluviuni grosiere <a14>, linguriţe de talie mică <a15>.

3. Modelarea în regim înecat are loc sub nivelul suprafeţei de curgere liberă şi diferă în raport cu presiunea hidrostatică şi viteza de deplasare a apei la diverse adîncimi din acviferul carstic.

3a. Modelare în regim hidrodinamic:

— macroforme — labirinte de coroziune <a16>, săli de confluenţă <a17>, puţuri remontate <a18>;
— mezoforme — cupole de coroziune <a19>, tavane plane orizontale <a20>, şanţuri de tavan <a21>;
— microforme— marmite de tavan <a22>, septe laterale <a23>, de tavan <a24> şi de podea <a25>, arcuri lamelare <a2f>, fisuri lărgite <a27>, columelc de tavan <a28>, lapiezuri ele tavan <(a29>.

3b. Modelare în regim hidrostatic (formele au aspecte rotunjite, pînă la circulare):

— macroforme — galerii tip metrou <a30>, conductele forţate <a31> ;
— mezoforme — pereţi văluriţi <a32);
— microforme - anastomoze <a33>, tavan în fagure <a34>, septe trepanatc <a35>, lame <a3G>.

b) Formele de eroziune

Sînt considerate formele de excavare, cu geneza mixtă, rezultate în urma eroziunii fluviatile, alături de care a participat, într-o măsură mai mare său mai mică, procesul de coroziune. Modelarea lor are loc în talvegul unor cursuri de apă cu un debit şi o viteză suficiente ca să poată transporta aluviunile ce exercită acţiunea erozivă. Determinarea acestor tipuri de forme se face atît prin persistenţa unui regim modelator, cît şi prin alternanţele condiţiilor de modelare (de exemplu, alternanţele între eroziunea liniară şi cea laterală).

1. Modelare în regim liber (vados)

— macroforme — galerii cu-nivele de curgere <bl>, galerii cu nivele de meandru <b2>, galerii cu nivele de marmitaj <b3>, puţuri elicoidale <b4>;
— mezoforme— albii adîncite <b5>, albii extinse lateral <b6>, terase în rocă <b7>, nivele de meandru <b8>, nivele de curgere <b9>, cascade <b10>, săritori <b11>, pilieri <b12>;
— microforme— culise laterale <b13>, pereţi şlefuiţi <b14>, marmite <b15>, columele <b16>, carene

<b17>, praguri şi repezişuri <b18> ; nişe de subsăpare <b19>, banchete sculpturale <b20>, excavaţii de rodaj <b21>, striuri de frecare <b22>.

2. Modelare în regim înecat — microforme — şanţuri de tîrîre (b23) , podele lustruite <b24>.

c) Formele de desprindere

Sînt rezultatul pierderii coeziunii mecanice a rocilor din tavanul şi pereţii golurilor subterane. Desprinderile pot avea loc pe plane de stratificaţie, fisuri sau alte direcţii. Procesele generatoare se desfăşoară în regim subaerian, iar formele reprezintă configuraţia locului din care s-a produs desprinderea:

1. macroforme— coalescenţele de incaziune <c1>, cupolele de prăbuşire <c2>;
2. mezoforme — tavane în trepte <c3>, tavane plane structurale <c4>, pereţi cu diedre <c5>;
3. microforme— cornişe de desprindere <c6>, surplombe <c7>, poduri şi arcuri <cS>, plane de litoclaze şi oglinzi de fricţiune <c9>, amprente de blocuri <c10>.

B. FORMELE DE UMPLERE

Sînt reprezentate prin diversele forme sub care se găseşte umplutura solidă existentă în golurile subterane. Ea provine fie din modificări fizico-chimice ale rocilor gazdă — umplutura autohtonă — fie de la suprafaţă (pe diverse căi) — umplutura alohtonă — şi formează, în subteran, depozite mobile, fixate sau consolidate, cu forme specifice condiţiilor şi naturii depunerilor.

a) Formele de precipitare chimică

Depozitele şi formele care iau naştere prin precipitarea chimică a sărurilor dizolvate în apele din subteran se numesc speleoteme (mai utilizat) sau concreţiuni. Speleotemele sînt formele cu cea mai mare varietate din morfologia endocarstică, geneza şi aspectul acestora fiind sensibil determinate de modificarea condiţiilor de depunere (chimismul soluţiilor, temperatură, presiune etc.) de intensitatea şi, mai ales, de ritmul depunerii. Clasificarea lor se poate face după mai multe criterii.

1. Criteriul mineralogic diferenţiază peste 15 grupe de minerale, dintre care cele mai frecvente sînt:

— carbonaţii — calcit, aragonit, hidromagnezit ;
— sulfaţii — gips, mirabilit;
— oxizii şi hidroxizii — gheaţă, piroluzit, goethit, psilomelan;
— fosfaţii — ardelit, carbonat apatit;
— silicaţii — allophan, caolin;
— clorurile — halit.

2. Criteriul morfologic (Diaconu G., 1979) diferenţiază speleotemele după structura internă şi aspectul lor exterior, subîmpărtxindu-le în două grupe mari:

2a. monocristale— izometrice (cristalite, cristalictite, romboedri, scalenoedri, prisme hexagonale etc.), excentrice (helictite, coralite);

2b. agregate cristaline — stalactiforme (stalactite), stalagmitiforme (stalagmite), crustale (cruste), sferulitiforme (perle), discoidale (discuri), clusteritiforme (clusterite) de tip gur, de tip draperie, aciculare (plumozitaţi), anthodiforme (anthodite), pulverulente (mondmilch, agregate pămîntoase), vermiculariforme (pieile de leopard), combinate (combinaţii între celelalte agregate).

3. Criteriul morfogenetic diferenţiază speleotemele după regimul depunerii şi constituirii formei, în funcţie de poziţia lor în golul subteran, în categorii şi tipuri de forme.

3a. Depunere în regim subaerian:

— forme de picurare — de tavan fistulare <d1>, stalactite conice <d2>, de planşeu stalagmite <d3>, domuri <d4>, perle lustruite <d5>, mixte coloane <d6>;
— forme de prelingere — de tavan (draperii), de perete (cruste parietale <d7>, draperii <d8>, baldachine <d9>, microgururi <d10> etc.), de planşeu (planşee stalagmitice <d11>, cascade <d12>, microgururi
— forme de creştere capilară — cristalictite <d14>, helictite <d15>, heligmite <d16>, anthodite <d17>, coralite <d18>, discuri <d19>.

3b. Depunere în regim de bazin:

— formele de la nivelul apei — gururi <d20>, baraje concreţionate <d21>, trotuare <d22>, gulere <d23>, cristale flotante;
— formele submerse — monocristale <d24>, agregate perlate <d25>, oolite.

3c. Depunere în cursuri subterane — geluri.

3d. *Depunere în şi pe diverse depozite* (din soluţiile care circulă prin ele):

— în argile — crislalite <d26>, monocristale <d27>, efloresctnţe;

— pe aluviuni elastice — monocristale <d28>, coralite, plumozităţi <d29>, eflorescente de săruri <d30>, cruste <d31>.

4. Forme modificate

Forma tipică sau cea iniţială a speleotemelor poale fi modificată, în timpul depunerii, sau perturbată, ulterior, de diverse condiţii:

4a. deviată de curenţii de aer — anemolite <d32>;

4b. afectată de îngheţ — stalactite cu faţete <d33>, perle poligonale;

4c. balansată <d31> sau fisurată <b35> de alunecare sau prin tasarea substratului,

4d. ruptă <d36> prin propria greutate sau datorită unor cauze externe (cutremure);

4e. corodată sau erodată —- lapiezaţii <d37>, planşee stalagmitice suspendate <d38>;

4f. acoperită ritmic de alte depuneri — concreţionări secundare (clusterite) <d39>, curgeri de noroi, aluviuni.

b) Formele de acumulare şi sedimentare

Cuprind formele rezultate pe seama acumulărilor şi sedimentărilor detritice (anorganice) sau organice depuse în peşteră. Ele au fost cuprinse în aceeaşi grupă deoarece, adesea, se combină şi se suprapun în alcătuirea depozitelor endocarstice şi formelor de umplere. Aceste forme sînt fie cele iniţiale de depunere, fie rezultatul unor modelări (de regulă, prin eroziune) sau reaşezări ulterioare a depozitelor.

Depozitele detritice se clasifică după mai multe criterii, respectiv provenienţa (autohtone; alohtone), petrografia rocilor componente (roci metamorfice; roci vulcanice; roci sedimentare), granulometria particulelor (psefite grosiere-blocuri cu dimensiuni peste l m, bolovăniş 0,2 — l m, galeţi 10—20 cm, pietriş 5 — 10 cm; psefite 5—50 mm; psamite 0,05—2 mm — nisipuri; siltitele 0,002—0,05 mm — pulberi; felitele sub 0,002 mm — argile), gradul de rulare (fragmente angulare; slab rulate; rulate) său gradul de fixare (depozite mobile, stabilizate slab cimentate şi cimentate).

Formele endocarstice constituite din depozite detritice le vom grupa, pe criteriul morfogenetic, după condiţiile depunerii, în două categorii — acumulările şi sedimentele detritice — şi în tipuri de forme, după aspectul lor — iniţial sau remodelat.

1. Acumulările detritice

Fac parte din categoria psefitelor grosiere şi sînt depozite provenite fie prin procese de desprindere (incaziune), fie căzute de la suprafaţă, prin.procese gravitaţionale specifice. Se depun atît în regim subaerian, cît şi sub oglinda apei:

— acumulările de blocuri — lamele de decompresiune <e1>, blocuri izolate <e2>, blocuri încleştate <e3>, planşeu de blocuri <e4>, trene de grohotiş (la baza pereţilor), conuri de grohotiş laterale <c5> sau centrale (în săli) <e6>;

— fragmente provenite din dezagregarea rocii sau speleotemelor — debrisuri de calcar <e7>, cruste descuamate <e8> — pe podea, la baza pereţilor, pe terase şi nivele de curgere.

2. Sedimentele detritice

2a. *Depunere în regim subaerian*:

— argile — pelicule de argilă (provenite din infiltraţii) <f1>, conuri de argilă (acumulări secundare) <f2>, goluri colmatate. <f3> — în hornuri, puţuri sau galerii;

— pulberi — pelicule de praf, mai groase m zona intrării <f4>.

2b. *Depunere în regim inundat* (vados) — aluviuni în talvegul rîului subteran (bolovăniş <f5>, pietriş <f6>, nisip <f7>, argilă <f8>; sortate sau nu; cu o stratificaţie încrucişată) —talvegul propriu-zis al rîului subteran, ostroave submerse şi imerse, conuri de dejecţie, plaje submerse sau emerse.

2c. *Depuneri laterale la viituri* (predomină depozitele fine, cu o stratificaţie mai orizontală) — goluri laterale colmatate sau aluvionate <f9>, banchete şi terase aluvionate <f10>, cruste de argilă <f11> şi nivele de viitură (pe pereţi) <f12>, conuri de scurgere.

2d. *Depunere în regim înecat*:

— aluviuni în galerii submerse şi sifoane (grad ridicat de sortare) — pelicule de argilă (pe pereţi şi tavan) <f13> strate de mîluri mobile <f14>, conuri de aluviuni pe panta sifoanelor <f15>, conuri de dejecţie în confluenţe <f16>.

3**. Formele rezultate din depozite detritice modificate de procese ulterioare depunerii**:

3a. fragmentare verticală —terase aluvionare <f17>, terase aluvionate <f18>, aluviuni suspendate (în pereţi <f19>, planşee suspendate <f20>;

3b. spălare său depuneri ulterioare — urme de picurare <f21>, piramide de pămînt <f22>, rigole,

conuri de dejecţie <f23>;

3c. sufoziune, alunecări, prăbuşiri — pîlnii în aluviuni <f24>, forme vălurite <f25>, rîpe de desprindere <f2G>, blocuri sau colmatări de galerii, <f27>.

4. Depozitele organice Provin fie de pe urma unor vieţuitoare care trăiesc sau pătrund în subteran, fie de la suprafaţă de unde sînt aduse de apă sau sînt căzute direct. Principalele depozite de natură organică sînt:

4a. depozite de humus şi frunzar <g1> — în zona intrării;
4b. depozite vegetale — trunchiuri <g2> etc;
4c. resturi scheletice de animale — depozitele de oase <g3>, făina de oase <g4>;
4d. acumulări de dejecţii animale — guano <g5>, chiropterit <g6>.

C. ALTE TIPURI DE FORME ENDOCARSTICE

Pe lîngă cele trei grupe de procese mari datorate acţiunii chimice şi mecanice a apei sau gravitaţiei, zonal ori secundar mai au loc, în reţelele subterane, şi alte procese generatoare de forme, cum ar fi:

1. gelifracţia — în peşterile cu gheatxă sau în zona intrării <h1>;
2. deflaţia — pe galerii de intrare cu un puternic curent de aer <h2>;
3. bio-modelarea — prin agresivitatea chimică a, unor materii organice — zoo- fito- şi pedocoroziunea <h3>;
4. abraziunea — peşterile litorale;
5. modelarea nivală sau glaciară <h4> — în reţele de altitudine.

CRITERIILE HIDROLOGICE

La prezentarea formelor endocarstice s-a subliniat rolul factorilor hidrogeologici în imprimarea unui regim modelator şi, implicit, a unei forme specifice. Rolul apei în reţelele subterane este mult mai mare şi nu se limitează numai la procesele morfogenetice, drept care criteriile hidrologice sînt printre cele mai importante pentru caracterizarea acestor reţele. În funcţie de prezenţa apei se clasifică atît întreaga reţea, cît şi unele părţi componente ale acesteia (galerii, deschideri).

A.CLASIFICAREA REŢELELOR ŞI GOLURILOR COMPONENTE

Din punct de vedere hidrologic, spaţiile subterane prin care circulă, în mod organizat, apa sînt numite active, spre deosebire de restul reţelei considerat fosil.

a. Reţele sau galerii active sînt cele străbătute de o circulaţie organizată a apelor subterane, respectiv rîuri subterane sau acumulări de apă (pe principiul vaselor comunicante) legate de cursuri subterane.Funcţionarea reţelelor active poate fi:

1. permanentă — funcţionează tot timpul;
2. temporară — funcţionează numai la ploi şi topiri de zăpezi;
3. intermitentă — funcţionează prin sifonaj.

b. Reţele sau galerii fosile sînt numita cele lipsite de o circulaţie subterană organizată. De regulă, acestea sînt foste reţele şi galerii active abandonate de cursurile de apă. În unele goluri fosile poate să apară apa şi chiar să se acumuleze, în acest sens diferenţiindu-se cîteva tipuri:

1. goluri fosile lipsite de infiltraţii şi acumulări de apă importante său vizibile;
2. goluri fosile în care există (permanent său temporar) infiltraţii (apa de picurare, de prelingere) sau mici acumulări de apă - gururi, bazine;
3. goluri fosile în care se produc, accidental, inundaţii, fie prin infiltraţii foarte abundente (ploi puternice, topiri bruşte de zăpada), fie prin mari creşteri de nivel în sectoarele active, vecine.

B. CLASIFICAREA DESCHIDERILOR ŞI SECŢIUNILOR DE GALERIE

a. Deschiderile peşterilor (şi secţiunile) se clasifică şi ele, după tipul hidrologic, în:

1. deschideri active ce pot avea, de asemenea, o funcţionare permanentă, temporară sau intermitentă, iar în funcţie de sensul de curgere a apei sînt: colectoare şi se numesc imergente — dacă apa intră în peşteră — debitoare şi se numesc resurgenţe sau emergente — cînd apa iese — şi alternative — cînd sensul de curgere al apei alternează; tipul hidrologic al deschiderilor active determină şi tipul de reţea, peşterile putînd fi, la rîndul lor, colectoare, debitoare etc; o peşteră cu mai multe intrări dacă este atît colectoare cît şi debitoare şi poate fi străbătută pe întreg cursul subteran între o imergenţă şi o resurgenţă, se consideră o străpungere

hidrogeologică;
2. deschideri fosile (numeroase deschideri fosile conduc la o reţea activă, permanentă sau temporară).

b. Accesibilitatea galeriilor şi deschiderilor active este şi ea un criteriu de diferenţiere:
1. secţiuni parţial libere sînt cele la care între oglinda apei şi tavan rămîne un spaţiu accesibil;
2. secţiunile inundate sînt în întregime umplute cu apă, inundarea lor putînd avea un regim temporar sau accidental (la o viitură puternică);
3. secţiunile înecate — permanent sau temporar — sînt cele ale gale-riil-cr situate sub nivelul de curgere sau intrările unor peşteri la care reţeaua subterană porneşte de sub nivelul unui lac său începe cu o galerie descendentă înecată; o peşteră cu un asemenea tip de deschidere şi do galerii se mai numeşte şi peşteră-sifon.

CRITERIILE CLIMATICE

Proprietăţile fizice şi dinamice aerului din subteran constituie o a treia grupă de criterii după care se clasifică peşterile. În cadrul unei reţele subterane au fost stabilite (Racoviţă Gh., 1985) următoarele unităţi climatice:
— topoclimatul — totalitatea schimbărilor de masă şi energic din spaţiul subteran;
— meroclimalul — caracteristicile şi schimbările survenite într-un sector cu proprietăţi şi comportament climatic unitar, cum ar fi zona de perturbaţie (zona intrării) şi zona de stabilitate (zona profundă);
— microclimatul — caracteristicile straturilor de aer de la nivelul substratului (pereţi, tavan, podea, speleoteme).

Reţelele subterane au fost clasificate (ibid), după dinamica şi caracteristicile principalilor parametri fizici ai acmhii, în următoarele categorii topoclimatice (fig. 15):
a. reţele cu ventilaţie unidirecţională, respectiv cele cu mai multe deschideri în care circulaţia este descendentă vara şi ascendentă iarna <a1,2>;
b. reţele cu ventilaţie bidirecţională permanentă — cavităţi orizontale cu o singură deschidere, în care aerul circulă într-un sens la nivelul podelei şi, în celălalt sens la nivelul tavanului <b 1, 2>;
c. reţele cu circulaţie bidirecţională intermitentă — reţelele foarte denivelate în care vara se păstrează mase de aer rece, staţionare, în puţuri <cl), iar iarna se formează mase de aer cald, în hornuri <d2>.

Pentru fiecare categorie topoclimatică, în funcţie ele etajul climatic (altitudinea la care se află peştera) şi de aspectul general al configuraţiei spaţiale subterane, există un model specific de distribuţie a zonelor meroclimatice (de perturbaţie şi stabilitate) şi a valorilor termice ale atmosferei subterane. Astfel, în zonele de stabilitate, temperaturile ar trebui saa fie apropiate de media anuală a locului în care este situată peştera. De la această distribuţie altitudinală se abat reţelele puternic influenţate de temperaturile de la exterior (lipsite de zona de stabilitate) sau perturbate de alte cauze, cum ar fi:
— cauze endogene — flux geotermic sensibil crescut (peşterile termale); existenţa unor cursuri subterane mai reci (circulaţie profundă);
— cauze interne — posibilitatea unor acumulări perene de gheaţă (peşterile glaciare); existenţa unor depozite organice.în fermentaţie (săli şi galerii mai calde); curenţi de aer foarte puternici (răcire prin evaporaţie în zonele înguste).

Fig. 13. Clasificarea reţelelor subterani; după categoriile topoclimatice: a) cu ventilaţie unidirecţională; b) cu ventilaţie bidirecţională permanentă; c) descendente, cu circulaţie bidirecţională intermitentă; d) ascendente, cu circulaţie bidirecţională intermitentă; 1. regim de vară; 2. regim de iarna (dupaa Racoviţă Gh., 1975).

În finalul acestui capitol, pe care prea mulţi termeni şi un spaţiu prea restrîns îl fac poate mai arid, am dori să atragem atenţia asupra importanţei cunoaşterii şi utilizării, de către speologul explorator şi prospector, a noţiunilor teoretice. În primul rînd, toate clasificările, criteriile, tipurile, subtipurile, formele şi elementele prezentate aici reprezintă modalitatea cea mai sintetică de sistematizare a spaţiului şi fenomenelor din subteran. Simpla lecturaa acestor pagini nu ne va ajuta să înţelegem foarte multe lucruri despre endocarst. Dar, cînd vom păşi dincolo de intrarea unei peşteri, galeriile, puţurile, hornurile, speleotemele, sedimentele, regimul hidrologic ori climatic se vor ordona şi ilustra în mintea noastră, iar semnificaţia unor noţiuni, pînă mai ieri abstracte, va fi a unor realităţi concrete şi familiare. Şi dacă pasiunea pentru peşteri ne va atrage spre speologic, plecînd de la aceste cîteva pagini de „tipuri şi clasificări" vcm începe să ştim cum să analizăm sau să descriem o peşteră cu tot ce conţine ea.

DESCRIEREA PEŞTERILOR

Complexitatea unei peşteri nu poate fi înţeleasă, indiferent cît de amănunţit şi de expresiv este reprezentată cartografic aceasta, fără o descriere a spaţiului subteran, iar speologul explorator şi prospector care a lucrat peştera este persoana cea mai indicată să o facă.

Descrierea are scopul de a prezenta şi explica configuraţia subterană, inventarul şi aspectul fenomenelor şi formelor conţinute şi, mai ales, ale celor specifice fiecărei peşteri în parte, să le localizeze în spaţiu şi să creeze o imagine cît mai completă a desfăşurării cavernamentului. O bună cunoaştere a peşterii este obligatorie dar, în plus, este necesară însuşirea corectă a terminologiei ca şi înţelegerea raporturilor dintre formele şi fenomenele din subteran, reuşita unei descrieri a peşterii fiind, în egală măsură, legată şi de utilizarea adecvată, de către speolcg, a noţiunilor teoretice conţinute în capitolul de faţă.

Împreună cu cartarea şi localizarea, descrierea unei peşteri constituie principalele materiale de referinţă despre un obiectiv speologic. Ea ar trebui să conţină două părţi mari pe care le vom detalia în continuare.

Descrierea sintetică va cuprinde: principalele date morfometrice ale peşterii; componenţa reţelei (galerii, puţuri, hornuri, săli), cu cîteva dimensiuni caracteristice sau de excepţie; desfăşurarea reţelei în plan şi profil; principalele forme şi microforme subterane.

Descrierea desfăşurată este complementară cartării şi, prin referiri permanente la aceasta, va oferi, întocmai unui film povestit al peşterii, imaginea golului subteran şi conţinutului său, menţionînd, de fiecare dată, dimensiuni sau localizări ale unor elemente caracteristice.

În practica speologică uzuală, se confundă, de către unii speologi, descrierea peşterii cu descrierea planului acesteia. Descrierea este un material de sine stătător, întocmit în completarea cartării, care trebuie să stipuleze elemente, dimensiuni, aspecte ori fenomene care nu rezultă din reprezentările cartografice sau sînt greu de depistat pe acestea.

ROLUL CONTEXTULUI REGIONAL AL PEŞTERILOR

Am renunţat la cabane şi poteci turistice, sîntem decişi să devenim speologi. După multe căutări şi peripeţii, descoperim primele noanire peşteri: pe malul apei, cîteva găuri minuscule în care intri pe burtă şi cînd dai de capăt nu eşti sigur că nu ţi-au rămas picioarele afară; sus, în perete, nişte fisuri mai lărgite, în care te poţi strecura cu greu 10—15 m, dar şi o peşteră formidabilă din care suflă aer rece. Este mare, largă, cu galerii multe şi complicate ce par să se îndrepte spre partea cealaltă a muntelui, unde există o peşteră foarte mare. Avem un minimum de echipament cu care o explorăm minuţios şi rapid. Galeriile se închid una după alta, ajungem la un punct final unde rîul subteran dispare sub o boltaa inexpugnabilă, însă speranţa noastră într-o joncţiune norocoasă creşte. Revenim curînd, scotocim, încă o dată, toate lateralele, coborîm puţurile, urcăm, a nu ştiu cîtă oară, hornul din capăt. După cîteva zile de explorări şi căutări asidue, entuziasmul ne scade brusc; sîntem convinşi că există o continuare, dar nu ştim unde. Am putea pitona pereţi, decolmata, sparge cîteva strîmtori, apela la scafandri dar, cu ce să începem? în ce loc avem mai multe şanse?

Ne aşteaptă o iarnă lungă. Aşternem pe hîrtie cîteva idei şi observaţii, am făcut din memorie o schiţă a peşterii. Le privim aproape zilnic, fără să găsim răspunsul la întrebare. Citim cît mai mult despre speologie, învăţăm să cartăm, ne procurăm echipament şi instrumente.

Terminăm cartarea. Cunoaştem perfect peştera, am făcut observaţii atente asupra rocii, morfologiei golului, umpluturii speleale, avem un plan amănunţit al reţelei subterane şi, cu toate acestea, numărul seninelor de întrebare creşte. De ce?

Spre cheia reţelei mult visate ne duce o banală hartă turistică cu ajutorul căreia, într-o zi cu soare, colindăm prin împrejurimi. Chiar deasupra peşterii este un platou carstic. ÎI ştiam mai demult dar, acum, am încercat-să reconstituim cu ajutorul hărţii direcţia celor două peşteri; Spre surprinderea noastră, numeroase doline şi cîteva văi seci marcau nu numai galeriile celor două cavităţi, ci şi o posibila direcţie de legătură între ele. Ne-am întors imediat...

Formarea şi evoluţia reţelei carstice este rezultatul unor factori şi procese din etape geologice anterioare. Oricît de bine am cunoaşte o astfel de reţea este dificil să-i reconstituim geneza şi, mai ales, să aflăm direcţia probabilă în care ea continuă, deoarece formele şi faptele întîlnite în subteran sînt, de regulă, insuficiente pentru o interpretare corectă. Numeroase informaţii despre peştera noastră pot fi găsite însă dincolo de spaţiul ei propriu-zis, respectiv în roca gazdă (unitatea litologică), în peşterile vecine sau în

relieful de la suprafaţă (unitatea de relief). Este necesar, deci, să se stabilească poziţia reţelelor în contextul lor regional apropiat sau mai îndepărtat.

CONTEXTUL UNITĂŢII LITOLOGICE

Unitatea litologică este volumul de rocă relativ uniform, din punctul de vedere al constituţiei petrografice, în care se găseşte peştera. Particularităţile sale geologice imprimă aspecte specifice formării şi configuraţiei reţelelor carstice.

CONTEXTUL STRUCTURAL GEOLOGIC

Modelul structural al unităţii litologice se reflectă, deosebit de bine, în configuraţia de ansamblu a reţelelor carstice. Deosebim, astfel (fig. 16):

1. *structura tabulară* — stratificaţia este paralelă şi orizontală — reţelele carstice se dezvoltă dominant în plan orizontal (labirintic sau arborescent), iar cînd există mai multe nivele suprapuse acestea sînt paralele şi legate prin scurte puţuri <a>;
2. *structura monoclină* — stratele au o poziţie oblică, reţelele au galerii înclinate, direcţii dominante şi denivelări importante <b>;
3. *structura cutată* — stratele formează anticlinale şi sinclinale; în axul cutelor anticlinale se formează avene de mici dimensiuni <c1>, iar în al celor sinclinale, puţuri adînci ce pot continua cu galerii axiale ele mari dimensiuni, spre care converg numeroşi afluenţi laterali <c2>; flancurile cutelor sînt structuri monoclinale;.
4. *structura complexă* — formată din pînze de şarîaj — apar reţele carstice foarte mari şi complicate, ce cuprind numeroase peşteri colectoare şi, de regulă, o mare peşteră debitoare, despărţite printr-o zonă înecată profundă <d>.

Fig.. 16. Configuraţia specifică reţelelor subterane pentru modele morfostructurale de carst: a) structură tabulară; b) structură monoclină; c) structură cutată — c1 anticlinal, c) sinclinal; d) structură complexă.

17. Configuraţia specifică reţelelor subterane pentru unele tipuri morfotectonice de carst: a) relief în trepte; b) relief tip graben; c) relief tip horst.

CONTEXTUL MORFO TECTONIC

Unitatea litologică este adesea compartimentată în blocuri, prin intermediul faliilor, într-o formă simplificată, astfel de compartimentări, în raport cu relieful, pot fi încadrate la trei tipuri (fig. 17):

1. relief în trepte — blocurile cad îu aceeaşi direcţie — în compartimentul ridicat reţelele au, de regulă, denivelări importante şi direcţii transversale, iar în cel căzut direcţii longitudinale <a>;
2. relief de tip graben - blocurile centrale sînt căzute şi formează un culoar tectonic — reţelele sînt compuse din galerii cu poziţii axiale în zona grabenului, spre care converg afluenţi laterali foarte denivelaţi
3. relief de tip horst — cînd blocurile centrale sînt ridicate faţă de compartimentele din jur— în zona centrală apar avene adînci, iar pe margini peşteri debitoare importante <c>.

POZIŢIA REŢELEI ÎN VOLUMUL DE ROCĂ

În funcţie de gradul de penetrare a reţelei în interiorul rocii — distanţa la versant (vezi cap. 2), se diferenţiază urmatoarele tipuri de reţele:

1. reţele superficiale— dezvoltate pînă la 50 m sub suprafaţa topografică sau la distanţă de un versant;
2. reţele cu penetrare medie — dezvoltarea ajunge între 50—500 m sub o suprafaţă topografică sau la distanţă de un versant;
3. reţele cu penetrare mare — dezvoltate la peste 500 m.

CONTEXTUL UNITĂŢII DE RELIEF

POZIŢIA REŢELEI ÎN UNITATEA DE RELIEF

Această poziţie este dată de domeniul morfologic în care sau sub care este situată cea mai mare parte a reţelei subterane şi, de regulă, acesta se stabileşte în funcţie de poziţia deschiderii:

1. suprafaţa platourilor— reţelele au poziţii centrale sau marginale;
2. versanţi — reţelele cu deschideri situate în abrupturi sau la nivelul unor umeri, terase ori vechi nivele

de vale;
3. văi — văile pot fi permanente, temporare, seci sau văi cu trepte antitetice — reţelele sînt situate la baza versanţilor sau în axul văilor;
4. ţărmuri marine sau lacustre— reţelele sînt situate în faleze, la baza lor sau sub nivelul apei.

Reţelele cu denivelări mari sau polietajate se extind între mai multe domenii morfologice şi este important să stabilim, cu ajutorul unor profile (peşteră — relief), domeniile cu care se racordează diversele nivele ale reţelei.

DIRECŢIA REŢELEI ÎN RAPORT CU VĂILE

Formarea reţelelor carstice este strîns legată de evoluţia văilor, iar raportul dintre direcţia generală a reţelei şi direcţia văii este un indicator important:

1. reţele paralele la vale — s-au format ca meandre; subterane ale văilor;
2. retxele perpendiculare pe vale — cele predominant ascendente sînt peşteri debitoare, iar cele descendente pierderi din vale; în această categorie intră şi reţelele ce leagă două văi;
3. retxele cu direcţii multiple — de mari dimensiuni, cu o geneză complexă.

CONTEXTUL MORFOCLIMATIC

În funcţie de altitudinea la care se găseşte o reţea sau de climatul anterior (regimul termic şi pluvial) în care a avut loc formarea ei este necesară o diferenţiere a modelării carstice. Astfel, pe lîngă modelarea carsticaa propriu-zisă, într-o climă rece sau zona montanaa înaltă, participă şi cea glacio-carstică sau nivo-carstică; în climatul temperat, predomină modelarea fluvio-carstică; în climatele calde sînt caracteristice modelările fito-carstice şi pedo-carsticc. Deosebim, din acest punct ele vedere, pentru ţara noastră, următoarele etaje morfoclimatice ale carstului şi, implicit, tipuri de reţele subterane:

1. montane-înalte (alpine)— munţii Bihor, Retezatul Mic;
2. montane-joase (forestiere) — munţii Pădurea Craiului, Banalului, platoul Vaşcău;
3. colinare— podişul Mehedinţi;
4. de cîmpii şi platouri joase— Dobrogea;
5. litorale.

CONTEXTUL CARSTIC

CONTEXTUL GENERAL

Relieful carstic, prin particularităţile sale imprimă elemente specifice reţelelor subterane înglobate. În ţara noastră s-au diferenţiat nouă tipuri morfologice de carst:

1. platouri unitare suspendate (înalte) — reţelele carstice au poziţii radiare şi conţin avene în zona înaltă şi peşteri mari la marginea platoului — munţii Bihor, Pădurea Craiului, platoul Vaşcău.
2. platouri traversate de văi şi suspendate -(medii) - apar avene (sus) şi peşteri supraetajate în văi — Munţii Banatului;
3. platouri unitare coborîte (joase) — reţelele carstice sînt predominant orizontale şi inundate— Dobrogea de Sud;
4. crestele calcaroase (bare înalte) — apar avene şi peşteri de mici dimensiuni în văile de la periferie — masivele Piatra Craiului, Vînturariţa-Buila;
5. bare fragmentate transversal de reţeaua hidrografică (medii) — pesxterile sînt paralele cu văile — munţii Căpăţînii, Parîng, Vîlcan;
6. bare unitare nivelate (joase) — apar mari reţele subterane longitudinale ce captează reţeaua hidrografică — Podişul Mehedinţi;
7. masive izolate de culme — în general, lipsite de peşteri — munţii Metaliferi, Trăscău;
8. masive izolate de versant — pesxteri de dimensiuni mici şi medii — Munţii Cernei;
9. masive izolate de vale — pot să apară peşteri de mari dimensiuni, cu nivele supraetajate— munţii Bucegi, Leaota.

CONTEXTUL LOCAL - HARTĂ CARSTULUI

Contextul carstic imediat, în care se situează peştera, este cea mai importantă sursă de informaţii. Pentru stabilirea acestuia este necesară extinderea prospecţiunii speologice sau a documentării asupra peşterilor din tot sectorul carstic sau unitatea litologică (depinde de dimensiuni) şi efectuarea unor

prospecţiuni asupra exocarstului respectiv. Cca mai bună metodă pentru realizarea unui astfel de scop este întocmirea unei hărţi a carstului.

Se alege o bază topografică la o scară mare, adecvată extinderii perimetrului, pe care se transpun, prin culori diferite, conform cu legenda din figura 18 (planşa II — forzatz), următoarele elemente:

— principalele curbe de nivel şi cote;
— elementele de geologie găsite în bibliografie sau determinate, măsurate ori cartate de noi — limite petrografice, vîrste, înclinarea stratelor, falii, elemente structurale;
— formele exocarstice— cele de dimensiuni mari prin conturul morfologic real (doline mari, uvale, văi, depresiuni), restul prin simboluri;
— reţeaua hidrografică de suprafaţă şi regimul acesteia — permanent sau temporar;
— punctele de pierdere şi de apariţie ale apei în carst, direcţii de drenaj subteran cunoscute — explorate sau marcate — ori presupuse;
— toate intrările de peşteră, diferenţiate pe tipuri, prin simboluri şi toate planurile de peşteră ce se pot reprezenta la scara hărţii;
— elementele, de toponimie necesare.

Harta carstului permite o interpretare directă a raportului spaţial ori cauzal dintre exocarst, endocarst (alte peşteri) şi direcţiile de drenaj cu peştera care ne interesează său întocmirea ulterioară a unor profile longitudinale pe care se pot efectua poziţionări şi interpretări de detaliu.

LOCALIZAREA PEŞTERILOR

În practica speologică uzuală, stabilirea poziţiei unei peşteri se face, de către descoperitor, indiferent de importanţa sau de dimensiunile cavităţii, prin localizarea acesteia. Localizarea presupune atît stabilirea coordonatelor matematice ale deschiderii şi materializarea acesteia pe harta topografică, cît şi precizarea, pe un formular tip, a principalelor date geologice, fizico-geografice şi administrative necesare pentru poziţionarea şi identificarea intrării (vezi cap. 6). Pentru o mai uşoară identificare se folosesc, de asemenea, fotografii ale intrărilor, schiţe cu calea de acces, însoţite de un text în care sînt explicate detaliile din teren, cu ajutorul cărora a fost poziţionată şi poate fi găsită intrarea peşterii.

Fig. 19. Schiţe de teren cu clementele necesare localizării peşterilor: a) planul unui sector de vale; b) vederea panoramica a unui versant.

În figura 19 sînt reprezentate, în două contexte morfologice diferite schiţele de teren cu poziţionarea intrării peşterilor, elementele de relie, şi hidrografice, drumurile, reperele şi toponimele necesare atît pentru o localizare corectă pe hărţile topografice, cît şi pentru descrierea căilor de acces şi a localizării peşterilor respective.

CAPITOLUL 2. MĂSURAREA REŢELELOR SPEOLOGICE (SPEOMETRIA)

Speologia a fost şi va rămîne încă multă vreme o disciplină a exploratorilor, disciplină în care se descoperă şi se cercetează ceva nou. Şi este un lucru firesc, pentru orice domeniu de activitate, ca o noutate să fie analizată, comparată şi evaluată cu ce se cunoaşte deja în sfera respectivă. Datorită interesului diversificat pentru peşteri, ele pot fi apreciate după foarte multe elemente şi aspecte, greu de ierarhizat, echivalat sau subordonat unul altuia. Din acest motiv, nu există un criteriu unic şi unanim acceptat de evaluare a importanţei unei descoperiri speologice. Oamenii de ştiinţă le apreciază, cum este şi firesc, după valoarea ştiinţifică, iar marea lor majoritate este interesată, din păcate, de descoperirea ca atare numai din unghiul restrîns al unei anumite activităţi (speologie fizică, arheologie, paleontologie, biologie subterană). Exploratorii sînt deosebit de sensibili la frumuseţea spaţiilor subterane şi la importanţa rezultatelor ştiinţifice ce apar în urma cercetării ulterioare a lor, dar în momentul cînd descoperă şi lucrează o peşteră au, în dimensiunile acesteia, un prim criteriu de apreciere a importanţei fiindcă, de regulă, o peşteră cu cît este mai mare cu atît este mai diversă, mai interesantă şi mai spectaculoasă, prin urmare mai importantă.

Prin expresivitatea şi universalitatea lor, parametrii reţelei subterane reprezintă modalitatea cea mai sintetică şi foarte exactă de exprimare a complexităţii spaţiale a unui cavernament, cu condiţia ca ei să fie corect calculaţi, avînd la bază o metodologie unificată. Importanţa care se acordă dimensiunilor peşterii a conclus la apariţia unei discipline speologice aparte — speometria — ce are drept scop elaborarea metodologiei de măsurare a reţelei subterane şi de interpretare, în scopurile cele mai diverse, a datelor obţinute.

Credem că nu greşim dacă afirmăm că măsurarea peşterilor este cea mai veche îndeletnicire speologică. Ea trebuie să fi apărut cu mult înainte de cel mai simplu calcul aritmetic sau de stabilirea primelor unităţi de măsură, din instinctul firesc al omului ce a pătruns în bezna cavernelor de a aprecia şi regăsi drumul ce-l desparte de lumina salvatoare a zilei. Vechile texte în care s-au păstrat descrieri de peşteri, fie ele din antichitate, evul mediu sau renaşterea tîrzie, nu omit niciodată să menţioneze, indiferent cu cîtă naivitate, exagerare sau iscusinţă, mărimea cavernelor. Aprecierile se făceau fie prin „ceasurile zilei şi nopţii" necesare parcurgerii, fie prin cele mai diverse unităţi de măsură — paşi, coţi, stînjeni, leghe, aruncări de suliţă, de săgeată ori bătăi de puşcă — cu care era descrisă „calea pe sub pămînt" (cele mai importante camere, coridoare, coşuri, prăpăstii, sau abisuri întîlnite sau închipuite).

Cu timpul, peşterile au intrat în atenţia exploratorilor de tot felul — geografi, geologi, militari, naturalişti, căutători de comori. Au început să se facă măsurători exacte şi să se întocmească hărţi sau planuri din ce în ce mai detaliate (cea mai veche hartă cunoscută este cea a Peşterii Veterani din Cazanele Dunării, datînd clin anul 1672).

În ciuda vechimii acestor preocupări său a preciziei cu care se fac la suprafaţă măsurătorile de relief, nici o altă problemă nu a fost atît de mult dezbătută de speologi ca principiile de măsurare şi tehnica de calcul a dimensiunilor unei peşteri. Ele sînt stabilite foarte de curînd, aşa că mai există încă numeroase peşteri greşit măsurate ori speologi care nu le aplică corect.

PRINCIPALII PARAMETRI

Speologia modernă a moştenit, de la generaţiile anterioare de exploratori, obiceiul calculării distanţei parcurse în subteran o dimensiune puţin sugestivă şi deosebit de subiectivă a peşterii. Datorită acestui handicap s-au înfruntat, decenii de-a rîndul, două tendinţe şi metode speometrice divergente: cea sportivă, care susţine măsurarea căii de acces şi cea morfologică şi, bineînţeles, ştiinţifică adepta măsurării dimensiunilor golului.

În realitate, măsurarea peşterii nu reprezenta, pînă nu demult, un scop în sine. Se carta peştera şi apoi, pentru obţinerea unei dimensiuni orientative, fie era măsurată lungimea galeriilor pe hartă, fie se însumau lungimile vizelor de la cartare. Cei mai conştiincioşi adăugau, apoi, dimensiunile măsurate pentru puţuri, hornuri sau săritori; alţii le aproximau printr-o cifră globală. Oricum s-ar fi procedat, datele erau inexacte din două motive: liniile de viză măsurate nu reprezintă dimensiunile golurilor, iar însumarea dezvoltării se face pe principiul continuităţii distanţelor, intrînd astfel în calcul dimensiuni eronate (fig. 20). Creşterea vertiginoasă a explorărilor şi prospecţiunilor speologice a permis, printre altele, întocmirea unor sinteze de zone carstice, clasificări, inventare speologice şi chiar topuri ale peşterilor. Iar pentru toate

acestea era necesar să existe date unitare corecte şi cît mai riguroase, obţinute printr-o operaţiune speologică aparte constînd din măsurarea şi calculul dimensiunilor peşterii. Pe de altă parte, rezultatele surprinzătoare obţinute prin prelucrarea valorilor speometrice au condus la o diversificare a indicatorilor cantitativi necesari caracterizării spaţiului subteran.

Fig, 20. Metode şi principii care s-au utilizat pentru calculul parametrilor speometrici: a) distanţele parcurse în subteran; b) liniile de viza de la cartare; c) principiul continuităţii; d) principiul discontinuităţii (cel corect).

În momentul de faţă se calculează şi se utilizează următoarele categorii de parametrii speometrici:

— cote specifice;
— distanţe reale directe şi distanţe care se însumează; cele directe pot fi măsurate pe direcţiile convenţionale ale sistemului de referinţă (planul orizontal al hărţii sau în cel vertical al axului gravitaţional) sau pe direcţii convenţionale oarecare;
— distanţe proiectate (directe şi însumate);
— suprafeţe reale său proiectate;
— volume.

Parametrii necesari pentru caracterizarea unei forme subterane depind de tipul şi complexitatea configuraţiei spaţiale analizate.

PARAMETRII DESCHIDERII

Se măsoară în secţiunea intrării (fig. 21), definită, în mod convenţional, prin planul vertical — pentru peşteri şi orizontal —pentru avene, trasat prin punctul cel mai retras al deschiderii — peşteri <a1-4>, respectiv prin punctul de cotă minimă a intrării — avene <b1-8>.

A. Cota minimă este cota punctului cel mai coborît situat: în podeaua deschiderii, în cazul intrărilor de peşteră sau pe circumferinţa intrării, în situaţia avenelor; în figura 21 sînt ilustrate şi diverse situaţii particulare <c1-4)>. Cota minimă se defineşte prin:
(X, Y şi Z) coordonatele absolute, ale suprafeţei topografice (explicate în cap. 3);
(x, y şi z) coordonate relative ale deschiderii;
(Δz) altitudinea relativă (m).

B. Dimensiunile deschiderii diferă în funcţie de tip (peşteră, avena), dar şi de forma acesteia (fig. 22). La deschiderile cu forme simple ele sînt distanţe directe ce se pot înscrie în interiorul secţiunii (interioare), iar la cele complicate său compuse distanţe proiectate pe un plan de referinţă (exterioare).

Fig. 21. Definirea secţiunii intrării şi a punctului de cotă minimă a acesteia: a) secţiunea intrării şi poziţia cotei minime la peşteri (plan şi profil); b) poziţia cotei minime pentru diverse tipuri de intrări (profil).

Fig. 22. Dimensiunile deschiderilor: a) deschideri tip peşteră — a_1, a_2 dimensiuni interioare, $a_{3.5}$ dimensiuni exterioare; b) deschideri tip aven — b_l,b_2 dimensiuni interioare, b_3 dimensiuni exterioare.

Fig. 23. Parametrii unui sector de reţea subterană: a) proiecţie în plan vertical; b) dezvoltare în spaţiu; c) proiecţie în plan orizontal.

a. Deschideri tip peşteră <a>:

(h) înălţimea interioară — cea mai lungă linie verticală înscrisă în secţiunea deschiderii; este înălţimea reală a deschiderii şi ar trebui măsurată numai din podea, dar din necesitatea practică a cunoaşterii unei înălţimi interioare utile se ia în considerare cea mai lungă verticală înscrisă în deschidere <a5>;
(h') înălţimea exterioară — distanţa între punctele extreme ale secţiunii, proiectate într-nn plan vertical;
(1) lăţimea interioară — cea mai lungă linie orizontală înscrisă în secţiunea deschiderii;
(l') lăţimea exterioară — distanţa între punctele extreme ale secţiunii proiectate într-un plan orizontal;
(e) extensia deschiderii — cea mai lungă linie (care poate avea o poziţie interioară sau exterioară) situată între două puncte ale secţiunii deschiderii,

b. Deschideri tip aven <b>:
(e) extensia deschiderii (poate avea o poziţie interioară sau exterioară);
(g) grosimea interioară — cea mai lungă linie perpendiculară pe extensie, înscrisă în secţiunea deschiderii;
(g') grosimea exterioară — distanţa între punctele extreme ale secţiunii, proiectate într-un plan perpendicular pe extensie.

(Ai) Suprafaţa deschiderii (m^2) este suprafaţa secţiunii în planul convenţional al intrării.

PARAMETRII ELEMENTELOR REŢELEI

Prin elementele reţelei înţelegem, deopotrivă, galerii, puţuri, hornuri, săli, sectoare şi etaje din reţea sau numai anumite tronsoane din acestea. Numărul minim de parametri necesari definirii depinde de complexitatea spaţială a fiecărui element în parte (fig. 23).

(+z; —z) *Cotele extreme* (m) — cotele punctelor: cel mai înalt (cota maximă) şi cel mai coborît (cota minimă) existente în elementul de reţea analizat.

(L; D) *Lungimea sau dezvoltarea reală* (m) — lungimea sau suma lungimii axelor longitudinale ale modulului spaţial sau ale modulelor ce compun elementul de reţea; pentru sume se utilizează termenul de dezvoltare.

(Lp; Dp) *Lungimea sau dezvoltarea proiectată* (m) — dimensiunea lungimii sau a dezvoltării reale, proiectată pe planul orizontal al hărţii.

(Ev) *Extensia verticala* (m) — diferenţa de nivel între cotele extreme.

(d) *Denivelarea* (m) — diferenţa de nivel între punctele cel mai înalt şi cel mai coborît situate pe axul (axele) longitudinal (e) al elementului analizat; din considerente sportiv-explorative, se confundă adesea cu extensia verticală.

(E) *Extensia reală* (m) distanţa, în spaţiu, între punctele extreme ale elementului analizat.

(Ep) —*Extensia proiectată* (m) distanţa între punctele extreme proiectate pe un plan orizontal; nu se calculează pentru avene formate dintr-un puţ unic.

(h; h'; g; g') *înălţimea sau grosimea secţiunii transversale* (m) — înălţimile caracterizează galeriile şi sălile, iar grosimea puţurilor şi hornurilor pot fi dimensiuni înscrise în secţiunea golului (interioare) sau proiectate (exterioare) şi se măsoară la fel ca la deschideri; sînt utilizate, deopotrivă dimensiunile unui punct oarecare, cît şi cele medii, maxime sau minime.

(l; l') *Lăţimea secţiunii transversale* (m) —dimensiunea secţiunii golului perpendicular pe axul său longitudinal şi pe înălţime, respectiv grosime; măsurarea şi utilizarea sînt identice.

(As) *Suprafaţa secţiunii transversale* (m^2) —se calculează, după necesităţi, pentru secţiuni oarecare, medii, maxime sau minime.

(Ap) *Suprafaţa proiectată* (m^2 sau hm^2) — suprafaţa totală a elementelor de reţea analizate, proiectate în planul orizontal al hărţii.

(V) *Volumul sau cavernamentul* (hm^3) — este un parametru dificil de calculat, dar foarte elocvent; utilizat frecvent la săli.

PARAMETRII REŢELEI SUBTERANE

Majoritatea parametrilor utilizaţi pentru caracterizarea formelor anterioare se calculează şi pentru reţelele subterane. Ei vor fi enumeraţi, iar explicaţii se vor dă numai în cazul unor precizări suplimentare şi pentru parametrii specifici reţelelor (fig. 24, 25). Punctul de origine al reţelei este considerat punctul de cotă minimă al celei mai de sus deschideri (fig. 24a).

Fig. 24. Parametrii reţelei subterane (I): a) stabilirea punctului de cotă zero; b) parametru determinaţi de cotele specifice.

Fig. 2-5. Parametrii reţelei subterane (II): a) determinaţi de poziţia în unitatea litologică; b) calculul unor parametri în planul orizontal al hărţii.

Coordonatele sale relative sînt: x=0; y=0; z=0;

(+z; —z) Cotele extreme (m)

(D) Dezvoltarea (m)

(Dp) Dezvoltarea proiectată (m)

(Ev) Extensie verticală (m)

(—d) Denivelarea negativă

(m) — diferenţa de nivel între cota zero şi punctul cel mai coborît situat pe un ax longitudinal al golurilor ce compun reţeaua.

(+d) Denivelarea pozitivă (m) — diferenţa de nivel dintre cota zero şi punctul cel mai ridicat situat pe un ax longitudinal al golurilor ce compun reţeaua.

(d) Denivelarea totală (m) — suma dintre valoarea denivelării negative şi pozitive.

(da) Denivelarea absolută (m) - suma lungimii axelor longitudinale verticale dintr-o reţea

subterană. Acest parametru se consideră, uneori, în mod greşit, pe criterii sportiv-explorative, suma tuturor denivelărilor parcurse în reţea.

(La) Lungime activă (m) — suma lungimii axelor longitudinale ale golurilor active ce compun reţeaua (a nu se confunda cu lungimea cursurilor de apă); se calculează: fie valoarea totală, fie separat pentru golurile active cu regim permanent şi cele cu regim temporar. Pentru anumiţi indici speometfici se utilizează lungimea activă proiectată în planul hărţii.

(E) Extensie reală (m)

(Ep) Extensie proiectată

(DV) (P) Distanţa la versant şi profunzimea (m) distanţa maximă la care se află reţeaua subterană de cel mai apropiat punct al suprafeţei topografice. Se pot diferenţia: o distanţă orizontală, faţă de un versant şi una verticală — profunzimea - faţă de un platou, culme etc.

(dp) Denivelarea potenţială (m) — diferenţa de nivel: fie negativă, între punctul cel mai înalt al reţelei şi deschiderea carstică cea mai coborîtă, penetrabilă (peşteră, ponor, izvor) său nu, cu care se presupune a fi sau a fost demonstrataa o legătură spaţială subterană nerealizată încă; fie pozitivă, între punctul cel mai coborît al reţelei şi deschiderea carstică cea mai ridicată (aven, peşteră, ponor, fisuri etc.); fie între o deschidere mai ridicată şi una mai coborîtă, cînd există un potenţial de denivelare a reţelei în ambele direcţii.

(Ap) Suprafaţa proiectată (m^2 sau hm^2).

(Aa) Suprafaţa acoperită (hm^2 sau km^2) - aria poligonului care încadrează punctele extreme ale proiecţiei reţelei în plan orizontal.

(V) Volumul (cavernamentul) reţelei (hm^3)

Calculul şi utilizarea parametrilor speometrici nu exclud niciodată descrierea formei reţelelor carstice. Valorile cantitative au rolul să completeze şi să precizeze exprimarea configuraţiei spaţiale prin tipuri morfologice şi morfogenetice.

CUM MĂSURĂM REŢEAUA SUBTERANĂ

Pentru înţelegerea principiilor de calcul al parametrilor reţelei subterane, vom reveni asupra definiţiei peşterii şi asupra cunoştinţelor pe, care le avern despre configuraţia sa spaţială.

În baza definiţiei, trebuie precizat că parametrii speometrici se referă, întotdeauna, la dimensiunile golurilor care au putut fi explorate, dintr-o reţea subterană, respectiv la un gol excavat, modificat de umplutura solidă, stabilă. Explorarea este, deci, numai o limită pînă la care se face măsurarea golurilor, iar distanţele parcurse de speolog, în subteran, nu au nimic de a face cu criteriile de măsurare sau de calcul al metrilor.

Prin geometria sa, reţeaua subterană reprezintă o îmbinare, în diverse maniere, a unor tronsoane de goluri (module) cu forme, dimensiuni, direcţii şi poziţii în spaţiu diferite (vezi cap. 1). Principalul element geometric de analiză a acestei diversităţi este axa longitudinală a modulelor componente. În raport cu ea se definesc: tipul, dimensiunile, direcţia şi poziţia în spaţiu a golului.

Nu trebuie să se facă o confuzie între felul cum se măsoară distanţele pentru cartare, unde se realizează o continuitate, pe drumul cel mai scurt posibil (linia de viză), între punctele de staţie şi felul cum trebuie, printr-o operaţiune aparte, măsurate şi însumate dimensiunile reale ale golurilor: lungimile se măsoară în axul longitudinal; lăţimile pe direcţii orizontale; înălţimile în axul gravitaţional.

Prin felul cum se îmbină modulele înlre ele, axele lor longitudinale nu se află, întotdeauna, în continuitate, aşa că la însumarea lungimii acestora nu se vor adăuga eventuale dimensiuni ce leagă aceste axe. La efectuarea oricărui calcul se impune respectarea unei reguli de bază: într-o sumă nu se pot include decît parametri de acelaşi fel şi calculaţi prin aceleaşi metode. Deci, nu vom putea include în calculul dezvoltării, laolaltă, lungimi, lăţimi şi înălţimi sau în calculul denudării, înălţimile unor goluri nedenivelate. Este bine.de asemenea, să ţinem cont de faptul că cei trei parametri de bază ai unei peşteri, pe care îi vom explica în detaliu - dezvoltarea, denivelarea şi extensia — sînt un minimum utilizat în practica speologică de rutină.

CALCULUL DEZVOLTAARII

Dezvoltarea este principalul parametru al unei reţele subterane, dar rămîne, totuşi, una dintre multiplele dimensiuni ale acesteia. Prin intermediul său, în decursul timpului, speologii-exploratori au încercat să cuprindă sintetic şi să exprime mai fidel complexitatea cavernamentului. Au fost inventate

reguli nejustificate de măsurare şi însumare a unor dimensiuni diverse, din dorinţa obţinerii — prin intermediul dezvoltării — a unui parametru unic şi atotcuprinzător. Aceşti speologi an pierdut din vedere faptul că o singură dimensiune nu poate să definească un spaţiu tridimensional — cum sînt peşterile şi avenele.

Dezvoltarea se măsoară în axul longitudinal al golurilor ce compun reţeaua, stabilit prin convenţie (întocmai ca la cartare) la nivelul podelei sau, în galeriile accidentate, la 1—1,5 m deasupra, pentru a se exclude dimensiunea unor forme secundare nesemnificative.

Fig. 26. Calculul dezvoltării la tronsoanele de galerie: a_1 galerie rectilinie (plan); :a_2 galerie cu nişe laterale (plan); a_3 (plan), a_4 (secţiune) galerie meandrată; b) tronsoane orizontale (profil) — b_{1-3} diverse neregularităţi ale tavanului şi podelei, b_4 prag, b_5 poduri naturale, b_6, podea în trepte; c) galerie înclinată cu podea în trepte; d) galerie în trepte.

Fig. 27. Calculul dezvoltării la îmbinările tronsoanelor de galerie: a) coturi simple plan); b) succesiuni de coturi (plan) — b_1 tronsoane echivalente,b_2 tronsoane inegale, b_3, b_4 sifoane (profil); c) intersecţii — $c_:$ cu fisuri impenetrabile, c_2 în „T", c_3 în „Y", c_4 în cruce, c_5 laterale, suspendate; d) succesiune de intersecţii— d_1 bucle laterale, d_2 galerie de legătură, d_3 pilieri.

Fig. 25. Calculul dezvoltării la puţuri şi hornuri: a) puţuri; b) coluri l» plan vertical; c) intersecţii în plan vertical.

Pentru a se însuşi metodica corectă de calcul a dezvoltării, se vor respecta exemplificările din figurile 26, 27, 28 şi 29, întocmite pentru principalele configuraţii spaţiale subterane — galerii, puţuri şi hornuri, săli — pe care le completăm cu minatoarele reguli şi precizări de ordin general:

— măsurarea începe din secţiunea intrării;
— coturile se consideră continuitate de axe la modulele echivalente, dacă acestea sînt situate în plan orizontal şi discontinuitate în restul cazurilor;
— intersecţiile sînt discpntinuităţi indiferent de poziţia în spaţiu; regula de măsurare diferă după tipul de intersecţie — (a) se măsoară axul golului principal şi axele ramificaţiilor secundare de la linia de îmbinare a golurilor; (b) se măsoară toate, axele de la linia de îmbinare a golurilor;
— puţurile şi hornurile în combinaţie cu pasaje orizontale formează intersecţii care se măsoară de la linia de îmbinare a golurilor situată în podea, pereţi, respectiv tavanul galeriei din care pornesc (fig. 28);
— golurile, laterale intră în calcul numai dacă au o lungime mai mare de 2 m şi mai mare decît lăţimea ori înălţimea lor;
— sălile, indiferent de lăţime sau de numărul galeriilor laterale se măsoară numai pe direcţia axului longitudinal (axul poale fi drept sau curbat, orizontal, înclinat sau vertical) (fig. 29);
— pilierii şi podurile naturale se considera intersecţii (fig. 27.b3, respectiv fig. 26.b6);
— marile acumulări de blocuri sau barajele stalagmitice, ce modifică axul longitudinal şi nu pot fi evitate pe nici o direcţie, se măsoară (pe direcţia axului) eliminîndu-se dimensiunile secundare (fig. 29);
— sifoanele său galeriile înecate respectă aceleaşi condiţii.

Fig. 29. Calculul dezvoltării la săli: a) diverse poziţii ale axului longitudinal (plan); b) rolul umpluturii speleale în determinarea axului longitudinal — b_1, b_2 nu influenţează, b_3 modifică axul.

NU SE IAU ÎN CALCUL: distanţele de la ax la goluri laterale sau înălţimile la care sînt situate acestea; lăţimile şi înălţimile golurilor; baza puţurilor; dimensiunile nişelor sau teraselor laterale; denivelări ale planşeului (inclusiv săritori şi praguri) a căror dimensiune nu este materializataa, printr-o distanţă, în axul longitudinal; buclele şi nivelele superioare ale meandrelor; microforme; blocuri sau grupuri de speleoteme izolate; adîncimea rîpei în bazine sau lacuri; direcţii impenetrabile pe fisuri sau conducte.

Calculul dezvoltării este o operaţiune speologică aparte, dar se poate face în paralel cu cartarea, prin înscrierea dimensiunilor într-o rubrică suplimentară a carnetului de cartare.

CALCULUL DENIVELĂRII

Denivelarea este o diferenţă de cotă între extremităţile axelor longitudinale ale golurilor ce compun reţeaua. Calculul denivelării trebuie să respecte principiul de stabilire a cotei zero şi să se raporteze la punctul de origine al sistemului de referinţă. Această cotă este stabilită, la golurile ce pornesc orizontal sau oblic, pe podeaua deschiderii, deci, în galeriile orizontale sau oblice, denivelarea se va raporta, întotdeauna, la podea şi pe direcţia axului longitudinal, iar în golurile verticale la nivelul pînă la care coboară (puţuri) său urcă (hornuri) axul. Din această regulă rezultă faptul că înălţimea golurilor orizontale sau oblice nu fac parte din denivelare. Pentru rezolvarea corectă a unor cazuri particulare se impun cîteva exemplificări (fig. 30).

O peşteră cu podeaua orizontală este o peşteră nedenivelată, indiferent de înălţimea galeriilor şi a sălilor ce o compun. Dacă într-o peşteră orizontală există un horn mai lung de 2 m, extremitatea superioară a hornului va stabili valoarea denivelării pozitive, chiar dacă există în alte galerii său săli o cotă extremă mai înaltă. Denivelarea negativă se raportează la o podea; se exclud din calcul excavaţii secundare (marmite, gropi în aluviuni etc.) cu dimensiuni sub 2m, ce nu intră în categoria de „gol lateral".

Denivelarea se determina prin calcul, pe baza cotelor.

CALCULUL EXTENSIEI

Calculul extensiei reale. Extensia reală se calculează pe baza extensiei proiectate şi a diferenţei de cota dintre cele două puncte de pe planul peşterii, între care se măsoară extensia, prin formula:

$E= sqr(Ep^2+\Delta h^2)$

Calculul extensiei proiectate. Extensia proiectată în planul orizontal se calculează prin măsurarea, pe planul reţelei, a distanţei dintre punctele extreme ale spaţiului subteran (fig. 25. b) şi prin transformarea valorii obţinute la scara de proporţie a hărţii.

GRADUL DE PRECIZIE A PARAMETRILOR SPEOMETRIEI

Precizia parametrilor speometrici depinde numai de exactitatea măsurătorilor, deoarece principiile şi sistemul de calcul trebuie să fie întotdeauna aceleaşi. Clasele de precizie a măsurătorilor sînt identice cu cele de la cartare (vezi cap. 3), dar în ţara noastră, pentru a fi incluse în „Catalogul peşterilor", ele se admit începînd cu clasa minimă patru.

Fig. 30. Calculul denivelării şi raportul acesteia cu cotele extreme: a) galerii nedenivelate; b) denivelări pozitive; c) denivelări negative.

INDICI ŞI COEFICIENŢI

Parametrii speometrici reprezintă indicatori cantitativi ai reţelei subterane. Prin intermediul lor, cunoaştem principalele dimensiuni ale unei peşteri sau putem compara şi ierarhiza reţelele speologice între ele. Numai că dimensiunile ne spun, uneori, mult prea puţin, iar în interpretarea morfospeologică este necesaraa, în egalaa măsuraa, cunoaşterea şi analiza formelor subterane. Speometria, prin diversele grade de prelucrare a valorilor cantitative directe, permite şi stabilirea unor indicatori mai complecşi pentru caracterizarea spaţiilor subterane, respectiv o serie de indici şi coeficienţi.

Numărul indicilor şi coeficienţilor speometrici este foarte mare, iar permanent pot apărea alţii noi. Cei mai mulţi dintre ei sînt indicatori utilizaţi în analize sau interpretări complicate şi de strictă specialitate. Există şi cîţiva indici de bază, foarte utili şi simpli, care se calculează pentru toate peşterile, indiferent de importanţa sau de mărimea golului subteran.

INDICELE DE DEZVOLTARE (ID)

Acest indice reprezintă raportul dintre dezvoltarea unei reţele carstice (D) şi extensia sa (E). Se calculează atît cu valorile reale ale dezvoltării şi extensiei, cît şi cu cele reduse în planul orizontal:

$ID=D/E$, sau $ID=D_p/D_e$

Exprimă complexitatea globală, relativă a configuraţiei spaţiale a reţelei, în raport cu direcţia şi distanţa sa maximă de extindere. Valorile indicelui permit o clasificare a golurilor şi reţelelor subterane după gradul lor relativ de complexitate:

1. *goluri liniare*— ID = 1;
2. *reţele relativ simple*— 1<ID<3 — dezvoltare pe o direcţie dominantă; condiţionare tectono-structurală importantă; dezvoltare verticală redusă;
3. *reţele cu complexitate medie* — 3<ID<10 — reţele dendritice; modelare în regim vados; dezvoltare pe verticală medie;
4. *reţele cu complexitate mare*— ID>10 — reţele labirintice.

Date fiind ponderea sectoarelor meandrate şi numărul confluenţelor subterane în creşterea valorii indicelui, acesta s-a utilizat, în mod greşit, şi sub numele de „coeficient de meandrare" sau „indice de ramificaţie". O altă greşeală frecventă este calculul raportului pe baza dezvoltării reale şi a extensiei în

plan.

INDICELE DE VERTICALITATE (IV)

Reprezintă raportul dintre denivelarea absolută (da) a unei reţele subterane şi denivelarea sa totală (d):

IV= da/d

Exprimă ponderea golurilor verticale în cadrul reţelei (gradul relativ de dezvoltare spaţială în plan vertical). În baza indicelui, se clasifică reţelele cu goluri verticale în următoarele tipuri (fig. 31):

1. reţele dezvoltate spaţial printr-o succesiune unică de goluri verticale şi galerii înclinate— IV<1 <c>;
2. reţele dezvoltate spaţial printr-un gol vertical unic IV=1
3. retxele dezvoltate spaţial prin goluri verticale paralele IV>1

INDICELE DE EXTENSIE (IE)

Reprezintă raportul dintre extensia proiectată în plan orizontal (Ep)' şi extensia verticală (Ev) a unei reţele subterane:

$IE=E_p/E_v$

Fig. 31. Indicele de .verticalitate: a) 1V=1; b) IV=0; c) 1V<1; d) 1V>1.

Fig. 32. Indicele de extensie: a) patrulaterul extensiei; b) tipuri şi subtipuri de cavernament vertical stabilite pe baza indicelui.

Exprimă direcţia generală de dezvoltare, în plan vertical, a reţelei. Valorile indicelui permit clasificarea reţelelor în tipuri de cavernament (fig. 32):

1. retxele verticale— IE<1;
   1a. cavernament vertical— IE<0,5;
   1b cavernament predominant vertical— 0,5<IE<1;
2. reţete m-ixte- 1<IE<5;
   2a. cavernament moderat vertical — 1<IE<2; .
   2b. cavernament moderat orizontal — 2<IE<5;
3. reţele orizontale — IE<5;
   3a. cavernament predominant orizontal — 5<IE<10;
   3b. cavernament orizontal— IE>10.

PANTA MEDIE (Pm).

Panta medie reprezintă unghiul făcut de denivelare (d) cu dezvoltarea reală (D) a unei reţele subterane şi se calculează după formula:

$\sin P_m = a/D$

Exprima înclinarea medie a axului longitudinal al reţelei, între punctul său cel mai înalt şi punctul cel mai coborît. După valoarea unghiulară a pantei mediii deosebim următoarele tipuri de reţea:

1. reţele orizontale şi suborizontale — Pm<10°;
2. Feţele ştab înclinate 10°<Pm<30.°
3. reţele mediu înclinate- 30°<Pm<60°;
4. reţele puternic înclinate— 60^0<Pm<80°
5. retxele verticale şi subverticale — Pm>80°

UTILIZAREA DATELOR GEOMETRICE

O dată cu creşterea preciziei indicatorilor speometrici, a crescut şi gradul lor de utilizare.

În primul rînd, a devenit un fapt curent ca simpla menţionare a unei peşteri să fie însoţită şi de principalele sale dimensiuni, iar cînd prezentarea acesteia este mai detaliată, o parte din parametrii speometrici sau indici sînt nelipsiţi. Dar, nu numai la atît se limitează utilizarea datelor speometrice. În funcţie de scop şi de gradul de prelucrare a valorilor cantitative, informaţiile speometrice sînt din ce în ce

mai mult utilizate, atît în orientarea explorărilor, cît şi în interpretarea carstului.

ÎN EXPLORARE

Cînd se epuizează toate posibilităţile directe de explorare a unei peşteri, înainte de a apela la tehnici speciale (escalade, dezobstnicţii, derocări etc.) şi, în paralel cu stabilirea poziţiei reţelei în sectorul carstic pentru eventuale racordări spaţiale (vezi cap. 1), este bine să se efectueze sxi o analiză speometrică. Mai întîi, va fi analizată înălţimea galeriilor subterane, pentru a constata dacă nu apar sectoare cu dimensiuni inexplicabile prin alte cauze său procese (schimbarea rocii, prăbuşiri etc.) şi în care ar putea să existe confluenţe sau captări nedescoperite. În asemenea sectoare se va compara amonte-aval suprafaţa medie a secţiunii galeriilor. În cazul mai multor galerii blocate la capăt, cînd vrem să ştim între care dintre ele a existat o legătură, vom compara, mai întîi înălţimile şi morfologia secţiunilor, iar cînd acestea nu sînt concludente, se va calcula, pentru galeriile analizate: suprafaţa secţiunii, gradul de sinuozitate sau panta medie (cu precizarea caa, de regulă, pantele reale descresc spre aval). Compararea acestor indicatori ne va oferi date mai sigure pentru alegerea locului în care se va recurge la tehnicile speciale de explorare, în scopul joncţionării galeriilor. Toate cazurile de analiză speometrică trebuie efectuate, în paralel, cu analiza formei, direcţiilor şi poziţiei reţelei în spaţiu (fig. 33).

ÎN INTERPRETAREA REŢELEI SUBTERANE

Fig. 33. Exemplu de utilizare a datelor speometrice în depistarea şi explorarea unor galerii blocate: a_{1-3} etaje; .$b_{1,2}$ b_3 galerii de legăturaa.

Unul dintre principalele scopuri ale analizei şi interpretării reţelelor subterane este descifrarea condiţiilor şi etapelor în care a avut loc geneza şi evoluţia lor, iar pentru această investigaţie, datele şi metodele speometrice sînt indispensabile. Amintim numai că pe baza lor se pot individualiza în configuraţia subterană sectoare, nivele sau etaje cu morfologie unitară, se poate stabili tendinţa evolutivă generală de la un nivel ori etaj la altul sau aprecia ponderea factorilor şi proceselor modelatoare.

ÎN INTERPRETAREA CARSTULUI

Interpretarea unei regiuni carstice este o operaţiune laborioasă, care necesită o pregătire şi o specializare carstologică prealabilă. Cu toate acestea, un speolog-prospector, al cărui interes s-a îndreptat, în egală măsură, şi spre relieful de la suprafaţă, poate realiza, prin mijloace simple, pe baza datelor pe care le deţine, o descriere şi o caracterizare a unei regiuni carstice. Pentru asemenea preocupări este necesar să se cunoască cîţiva indici morfometriei simpli, cu ajutorul cărora să se caracterizeze şi să se exprime, sintetic, endocarstul regiunii respective.

DENSITATEA DESCHIDERILOR CARSTICE (DD)

Reprezintă raportul dintre numărul deschiderilor carstice (peşteri, ponaare, izvoare) şi suprafaţa unităţii carstificabile (nr./km^2). Se întocmeşte global sau pe tipuri de deschideri: reţele penetrabile sau impenetrabile; reţele active (colectoare sau debitoare); reţele peste o anumită dimensiune (dezvoltare, denivelare, extensie etc.). Ilustrează deopotrivă potenţialul carstificării, amploarea şi penetrabilitatea endocarstului, deoarece un număr mare de deschideri, în carst, reprezintă, în primul rînd, un număr mare de ini rări şi de ieşiri ale apei şi deci o densitate crescută a circulaţiei apelor subterane şi o amploare a proceselor speogenetice.

DENSITATEA REŢELEI SUBTERANE (DR)

Reprezintă raportul dintre dezvoltarea redusă cumulata a reţelelor carstice şi suprafaţa unităţii litologice (km/km^2). Exprimă densitatea, raportată la un plan orizontal, a reţelelor subterane, indicînd sugestiv gradul de carstificare. Date interesante pot rezulta din comparaţia indicelui cu densitatea reţetei .de fisuri său cu densitatea reţelei hidrografice.

INDICELE DE CAVERNAMENT (IC)

Reprezintă raportul'dintre volumul reţelei subterane şi volumul total al unităţii litologice (masivului carstic):

$Ic= V/V_m$ (%).

Se poate calcula fie numai pe baza datelor referitoare la reţeaua explorată şi exprimă

cavernamentul explorat, fie prin însumarea volumului explorat cu volumul galeriilor înecate, obţinut pe baza datelor hidrogeologice, iar indicele va exprima cavernamentul total. Valoarea indicelui este elocventă pentru caracterizarea, gradului de carstificare a unui masiv.

SPELEOGRAMA

O treaptă superioară a utilizării datelor speometrice este interpretarea peşterilor dintr-o regiune carstica, în scopul stabilirii principalelor caracteristici sau a identificării unor tipuri şi elemente specifice acestora. Numai că, o astfel de operaţie presupune sistematizarea inventarului speologic după numeroase criterii şi prelucrarea a foarte multe date.

Speleograma este o metodă statistică care permiţe analiza şi interpretarea, sintetică a inventarului speologic, pe baza principalilor parametri şi caracteristici ale peşterilor. Ea se realizează şi se reprezintă fie prin intermediul unor tabele centralizatoare, fie prin grafice (curbe, coloane etc.), pentru zone sau regiuni carstice cu număr mare de peşteri sxi pentru care există date unitare sau comparabile, obţinute printr-o metodologie comună de lucru.

În speleogramă, inventarul speologic se poate ordona după unitaţi teritoriale, tipuri de peşteri, indicatori speometrici sau alte caracteristici ce pot constitui un criteriu unitar de analiză. Pentru fiecare diviziune; în parte datele se înscriu în linii şi coloane separate (în cazul tabelelor) prin valori însumate, medii, maxime, minime, procente, (după caz) sau alţi indicatori ai grupei de peşteri la care se referă diviziunea respectivă. Recomandăm, drept model, o listă cu principalele criterii de sistematizare a peşterilor într-o speleogramă:

— unităţi şi subunităţi teritoriale — unităţi de relief, unităţi geologice, bazine hidrografice sau hidrocarstic, unităţi ale inventarului speologic, unităţi administrative;
— tipuri de rocă — după diverse criterii — exprimate în km^2 sau %;
— tipuri de carst sau domenii morfologice — tipuri şi poziţii în cadrul lor
— altitudinea absolută şi relativă — intervale altitudinale;
— deschideri carstice — tip, nr. sau %;
— dimensiuni — intervale specifice de dezvoltare, denivelare, extensie, suprafaţă acoperită sau volum - nr. sau -%-,
— dimensiuni cumulate — dezvoltări, denivelări, extensii, suprafeţe acoperite sau volume cumulate —nr; m^8; hm^3;
— indici speometrici sau morfometriei — valori medii, maxime, minime sau cumulate;
— tipuri şi regimuri hidrologice — tip; nr. sau %;
— tipuri şi regimuri topoclimatice — tip; nr., sau %; .
— elemente legate de explorarea, prospectarea sau conservarea peşterilor.

În alcătuirea speleogramei, în funcţie de scopul urmărit, oricare dintre criteriile enunţate poate fi un criteriu principal. De exemplu, dacă ne interesează să sistematizăm peşterile în funcţie de subdiviziunile teritoriale ale unei regiuni carstice, vom aşeza (într-o speleogramă sub formă de tabel), pe orizontală, unităţile teritoriale, în ordine crescătoare (sector, zonă, regiune carstică), iar pe verticală toate celelalte caracteristici sau elemente care ne interesează. Atît liniile cît şi coloanele pot avea şi criterii secundare de subdiviziune. Astfel, unităţile teritoriale pot fi subdivizate, de exemplu, în tipuri de rocă, bazine hidrografice etc., iar parametrii şi celelalte caracteristici pot fi împărţite, în grupe mari, pe tipuri de peşteri (hidrologice, de exemplu). În final, vom obţine, pentru fiecare unitate teritorială, diverşii indicatori statistici ai grupelor de peşteri.

CAPITOLUL 3. TOPOGRAFIE ŞI CARTOGRAFIE SPEOLOGICAA

Complicatele spatxii subterane odată explorate, trebuie reprezentate grafic pentru a obţine o imagine de ansamblu a cavernamentului şi un raport spaţial real între elementele lui componente. O memorie bună, completată de simţul de orientare, atenţia mereu activă şi cîteva semne discrete lăsate în zonele labirintice, sînt suficiente pentru a parcurge reţelele subterane complexe, dar insuficiente pentru a le reprezenta grafic.

Pe de altă parte, cunoaşterea exactă a extinderii golurilor carstice în masivul de rocă este o necesitate determinată de imperative explorative, ştiinţifice, sau practice (lucrări hidrotehnice, construcţii industriale etc). Deci, simple sau complexe, peşterile şi avenele descoperite şi parcurse de speologii exploratori, trebuie vizualizate, adică reprezentate grafic în plan şi în spaţiu. Pentru realizarea acestui scop, se apelează la instrumentele şi metodele de lucru ale topografiei şi cartografiei, ştiinţe străvechi, închegate încă din antichitate.

Topografia se ocupă cu tehnica măsurătorilor terestre pe suprafeţe mici[1] şi are drept scop determinarea poziţiei în plan şi în spaţiu a detaliilor caracteristice din teren, iar cartografia reprezentarea grafică a elementelor măsurate, deci, întocmirea planurilor, hărţilor şi a altor produse cartografice. Între aceste două ştiinţe există o legătură strînsă, fiecare constituind de fapt, o etapă necesară atingerii scopului final: planul sau harta.

Din imaginea grafică a unei reţele subterane se poate descifra modul ei de alcătuire, etapele evolutive, punctele de interes pentru intensificarea explorării în vederea realizării de noi descoperiri, iar încadrarea corectă a cavernamentului în zona geografică va permite corelaţii ale reţelei subterane cu morfologia şi hidrografia de suprafaţă, stabilirea posibilităţilor de joncţiune cu o peşteră vecină său oportunitatea unor lucrări hidrotehnice ori industriale în apropiere.

Topografia este o ştiinţă exactă, laborioasă, prezentată explicit în numeroase manuale de profil. Topografia speologică are multe puncte comune cu cea minieră. Cu foarte rare excepţii, rigorile instrumentale şi ale metodelor topografiei clasice nu pot fi respectate în peşteri, galeriile cu înălţime redusă ori foarte înguste, strîmtorile, puţurile sau pîraiele subterane făcînd dificilă sau imposibilă folcsirea instrumentelor de precizie (nivelă, teodolit). Din acest motiv, măsurătorile topografice în peşteri şi avene se execută, de regulă, cu instrumente mai simple, fapt care determină reducerea gradului de precizie a măsurătorilor şi, implicit, a reprezentărilor cartografice.

Topografii profesionişti sînt solicitaţi să întocmească planuri de peşteră numai atunci cînd acestea vor servi unor necesităţi industriale; ei vor fi confruntaţi cu probleme inexistente la exterior, de cele mai multe ori trebuind să fie ajutaţi de speologi.

Între anumite limite, cel mai bun topograful unei peşteri este topograful speolog. Deşi rezultatele grafice obţinute de acesta nu au un grad mare de precizie, ele corespund totuşi majorităţii scopurilor enunţate anterior.

ABC-ul SPEOLOGULUI TOPOGRAF

Orice gol carstic este delimitat de conturul său, în interiorul căruia se găsesc diferite detalii morfologice, hidrologice etc. Toate acestea sînt definite prin puncte, linii şi planuri, ultimele două fiind la rîndul lor alcătuite tot din puncte. Orice reprezentare cartografică are la bază determinarea în teren a poziţiei unor puncte caracteristice faţă de un sistem de referinţă, prin măsurători de unghiuri şi distanţe.

Unghiurile măsurate în plan orizontal faţă de direcţia nordului geografic (NG) se numesc azimute său orientări geografice (fig. 3-1 a), cele măsurate faţă de nordul magnetic (NM), orientări magnetice (fig. 34 b), iar cele raportate la o direcţie oarecare, orientări topografice (fig. 34 c).

Unghiurile măsurate în plan vertical, se numesc unghiuri verticale, atunci cînd sînt raportate faţă de orizontală, şi unghiuri zenitate, cînd sînt raportate la verticala locului şi caracterizează panta unei vize (fig. 35); primele pot avea valori pozitive sau negative.

Cu ajutorul unghiului vertical şi a distanţei dintre două puncte se determină diferenţa de nivel (AZ) dintre acestea, dimensiune necesară pentru calcularea altitudinii (cotei) punctelor. Prin altitudinea (cota) unui punct din teren se înţelege distanţa pe verticală dintre acesta şi suprafaţa de referinţă. Dacă ne

[1] Suprafeţe de teren care pot fi considerate plane, deci care nu sînt afectate de sfericitatea pămîntului.

raportăm la nivelul mării[1], determinăm altitudinea absolută a unui punct (Z_0), iar dacă ne raportăm la un alt punct a cărui altitudine o cunoaştem, obţinem altitudinea relativă (Z).

Atît unghiurile orizontale, cît şi cele verticale se măsoară în grade, miimi sau radiani. Un cerc poate fi împărţit în grade sexagesimale (1 cerc= 360°, 1°==60', 1'=60") sau în grade centesimale (1 cerc-400^{g}, 1^{g}-100^{cc}, 1^{C}=100^{CC})[2]. Miimile şi radianii sînt rar utilizate în speologie. Dacă folosim o busolă gradataa în acest med, vom transforma în grade valorile obţinute prin măsurători, pe baza tabelelor de conversie.

Distanţele pe care le măsurăm în teren, se pot afla sub un unghi oarecare cu orizontală. Pentru a putea fi reprezentate pe un plan, ele trebuie reduse la orizontală. O lungime oarecare D din teren, al cărei unghi vertical are valoarea i, va avea o distanţă redusă la orizontală d, dată de relaţia:

$$d= D*\cos i$$

Atunci cînd cunoaştem diferenţa de nivel dintre două puncte (As) şi distanţa dintre acestea (D), distanţa redusă la orizontală este dată de relaţia:

$$D= \mathrm{sqr}(D^2-\Delta z^2)$$

Fig. 34. Unghiuri orizontale: a) unghi de orientare geografică (0_g); b) unghi de orientare magnetică (O_m); c) unghi de orientare topografică

Fig. 35 Unghiuri zenitale şi unghiuri verticale

Lungimile măsurate pe galerii în pantă vor fi reprezentate pe plan prin dimensiuni care descresc cu creşterea pantei. Astfel, distanţei de 37,5 m aflată cu orizontală într-un unghi de +/- 16° îi va corespunde o lungime redusaaa la orizontală de 36,04 -m. Aceeaşi distantxă măsurată sub un unghi de ±58°, va avea proiecţia orizontală de numai 49,87 m. Cazul extrem este cel al unei galerii verticale cilindrice (puţ) care va fi, deci, reprezentată în proiecţie printr-un cerc al cărui diametru este egal cu diametrul cercului generator.

Pentru determinarea poziţiei unor puncte prin calcul, sînt necesare funcţiile trigonometrice. În topografie, axele de coordonate sînt inversate, astfel încît nordul să corespundă cu axa x, iar estul cu axa y. S-a convenit, de asemenea, ca sxi funcţiile trigonometrice să fie inversate, de maniera în care semnul lor saa fie acelaşi ca în cercul trigonometric (fig. 36). Unghiurile orizontale pot avea valori mai mari de 00° (său lOOs), situaţie în care fac parte din alt cadrau decît cadranul I. În cazul în care calcularea coordonatelor se face cu ajutorul tabelelor trigonometrice, aceste unghiuri trebuie reduse la cadranul I (vezi tabelul 1); Dacă pentru partea de.calcul se foloseşte un calculator electronic cu funcţii, acesta va face automat reducerea, iar relaţiile vor fi cele din cercul trigonometric.

Tabelul 1

REDUCEREA UNGHIURILOR ORIZONTALE LA CADRANUL I ŞI SEMNUL FUNCŢIILOR TRIGONOMETRICE

Cadran	Sin	Cos	Tg	Ctg	θ^{o} grade centesimale	θ^{o} grade sexagesimal
I	+	+	+	+	θ^{o}=θ	θ^{o}=θ
II	+	-	-	-	θ^{o}=200-θ	θ^{o}=180-θ
III	-	-	+	+	θ^{o}=θ-200	θ^{o}=θ-180
IV	-	+	-	-	θ^{o}=400-θ	θ^{o}=360-θ

θ'= unghi orizontal redus la primul cadran
θ = orientarea măsurată în teren, cu valoare mai mare de 90° (sau 100 g)

Cu ajutorul busolei, clinometrului şi ruletei, măsurăm în teren coordonatele polare ale fiecărui punct vizat, faţa de punctele de staţie, respectiv orientarea magnetică (θ_m), unghiul vertical (+/-i) şi distanţa (D)-. (fig. 37). Acestea pot fi transpuse pe plan transformînd distanţa reală (D), în distanţă redusă la

[1] Suprafaţa generalaa de referinţă pentru ţara noastră este dată de nivelul mediu al Mării Negre, sau de Marea Baltică.

[2] Transformarea unghiurilor dintr-un sistem în altul se poate face cu ajutorul coeficienţilor: l'=3,0864^{CC}, 1^{CC}=0,324"; l'=1,8518°, 1^{c}=0,54', 1°=1,111$^{k'}$, 1^{g}=0,9°.

orizontală.

Pentru mărirea gradului de precizie a reprezentării grafice, este necesar să transformăm coordonatele polare în coordonate rectangulare, utilizînd funcţiile trigoncmetrice. În figura 38 este reprezentat sistemul rectangular de coordonate, în care axa x se află pe direcţia nordului magnetic, sistem în care coordonatele rectangulare (X, Y, Z) ale punctului M, rezultă din triunghiul OM'M, fiind date de relaţiile:

$D=D\cos\theta_m$

$X=d\cos\theta_m$

$Y=d\sin\theta_m$;

$Z=D\sin i$

NOŢIUNI GENERALE DESPRE HĂRŢI

Fig. 36. Funcţiile trigonometrice a) în cercul trigonometric; b) în cercul topografic.

Fig. 37. Parametrii care se măsoară în teren între un punct de staţie şi un punct de viză: orientarea magnetică (θ_m-M), distanţa (D), unghiul vertical (i).

Fig. 38. Sistemul de coordonate rectangulare.

Asemenea tuturor disciplinelor care au drept obiect de studiu un fenomen din natură, speologia foloseşte hărţile şi planurile topografice obţinute în urma măsurătorilor planimetrice şi altimetrice din teren, speologii topografi elaborînd, la rîndul lor, planuri de peşteri. Orice harta său plan constituie micşorarea proporţională a unei suprafeţe de teren reprezentată convenţional şi generalizată pe un plan orizontal, pe baza unor relaţii matematice.

În funcţie de destinaţie, hărţile pot fi topografice, geologice, geomorfologice, hidrologice, economice, demografice etc., primele patru categorii fiind utilizate frecvent în speologie pentru amplasarea peşterilor în teritoriu şi pentru obţinerea de informaţii generale asupra regiunii.

CONŢINUTUL HĂRŢILOR GEOGRAFICE

Pe orice hartă geografică sînt reprezentate două categorii diferite de elemente şi anume elementele matematice şi elementele de conţinut, gradul lor de detaliu fiind condiţionat de caracterul şi scara harţii.

ELEMENTELE MATEMATICE

Constituie baza geometrică a hărţii, în funcţie de care se înscriu elementele de conţinut.

Cadrul gradat indică împărţirea în grade sau minute a spaţiilor dintre paralelele şi meridianele trasate pe hartă (fig. 39).

Carotajul rectangular sau reţeaua kilometrică este construit din două grupe de linii paralele, echidistante, reciproc perpendiculare, care formează pătrate, cu ajutorul cărora putem afla coordonatele rectangulare plane (X, Y) ale oricărui punct de pe hartă. Fiecare linie indică un anumit număr de kilometri faţă de axele de origine, număr înscris la capetele ei.

Liniile verticale ale cadrului hărţii materializează direcţia nordului geografic (NG). Între acestea şi liniile verticale ale caroiajului rectangular se formează un unghi care reprezintă unghiul mediu de convergenţă a meridianelor (pentru ţara noastră 1°09' vest), între cadrul hărţii şi nordul magnetic se formează unghiul de declinaţie magnetică — unghi care variază în funcţie de poziţia pe glob a unui anumit punct şi de timp, avînd o variaţie anuală şi una seculară. Declinaţia magnetică este marcată pe fiecare hartă topografică. Raportarea pe hărţile geografice a planurilor de peşteră obţinute prin măsurarea orientărilor magnetice se face aplicînd corecţia de declinaţie magnetică.

Scara de proporţie este elementul care ne arată de cîte ori a fost redusaa o dimensiune din teren, pentru a putea fi reprezentată grafic. Acest raport de proporţionalitate figurează pe toate hărţile şi planurile sub forma unei fracţii ordinare şi constituie scara numerică. De exemplu, scara 1: 25 000 ne arată că unei distanţe de l cm de pe hartă, îi corespunde în teren o distanţă de 25 000 cm, adică 250 m.

Fig. 39. Elementele matematice ale haarţilor.

Pentru transformarea distanţelor reale în funcţie de o anumită scară, folosim relaţia de proporţionalitate: 1/n = d/D, în care n este scara harţii (d este distanţa măsurată pe hartă: sxi D este distanţa din teren. Astfel, un segment de 4 cm măsurat pe o hartă cu scara de 1: 25000; corespunde unei distanţe reale din teren de l km., iar o lungime orizontală de 197 m din teren va fi reprezentată pe un plan cu scara de 1: 10 000, printr-un segment de l,97 cm.

Numitorul scării numerice arată de cîte ori sînt micşorate pe plan distanţele reduse la orizontală

(D). Cu cît acesta este mai mic, valoarea fracţiei este mai mare, deci şi scara planului sau a hărţii va fi mai mare.

Scările la care se redactează planurile de peşteră sînt în general mari, fiind cuprinse între 1:100 (l cm—l m) şi 1; 2000 (l cm =20 m). Numai marile reţele subterane cu dezvoltare de zeci său sute de kilometri se reprezintă pe planuri la scări mai mici.

Scara grafică se compune dintr-o dreaptă orizontală divizată în centimetri, avînd primul centimetru din stînga originii subdivizat în milimetri. În dreptul fiecărei diviziuni centimetrice din dreapta originii şi pornind de la aceasta, se trece valoarea naturală corespunzătoare scării, în metri sau kilometri. În exemplul prezentat în figura 40, fiecărui centimetru de pe scară îi va corespunde o distanţă reală de 10 m (scara numerica 1:1000). Scările grafice se folosesc pe planurile care urmează să fie mărite sau micşorate.

ELEMENTELE DE CONŢINUT

Realităţile geografice ale terenului trebuie figurate pe hartă. Acest lucru se realizează cu ajutorul semnelor grafice convenţionale, care redau esenţialul fenomenului reprezentat. Simbolurile simplifică imaginea suprafeţei terestre şi permit reprezentarea în plan a unor detalii care se dezvoltă în trei dimensiuni, cum ar fi abrupturi, doline, clădiri etc.

În general, pe hărţile geografice apar următoarele categorii de detalii ale suprafeţei terestre: relieful, hidrografia, vegetaţia, aşezările umane, căile de comunicaţie, detaliile economico-culturale şi politico-administrative. Pentru a putea deveni utilă o hartă trebuie să poată fi „citită". Interpretarea corectă a reliefului, a reţelei hidografice şi a căilor de comunicaţie este esenţială şi pentru speologi.

Fig. 40. Scara grafica de proporţie.

Fig 41. Principiul de reprezentare a unei forme de relief, cu ajutorul curbelor de nivel.

Cea mai sugestivă reprezentare a reliefului se obţine cu ajutorul curbelor de nivel, care sînt linii ce unesc puncte din teren cu aceeaşi cotă. Pentru o mai bună înţelegere a curbelor de nivel, ne putem imagina o formă de relief (deal, de exemplu), secţionată de o serie de plane orizontale, distanţate egal pe verticală (fig. 41); Liniile curbe care rezulta din intersectarea planelor cu relieful, se proiectează apoi pe o suprafaţă de referinţă (de obicei, suprafaţa de nivel zero a mării). Depărtarea pe verticală dintre planele orizontale de secţionare trebuie să fie constantă şi se numeşte echidistanţă, valoarea ei fiind precizată pentru fiecare hartă. Curbele de nivel foarte apropiate semnifică o pantă mare a terenului, iar cele distanţate, pante reduse. Sensul de coborîre a pantei este marcat prin indicatoarei de panta; trasate perpendicular pe curbe, iar valoarea altimetrică se înscrie în lungul curbelor principale:(de obicei, din cinci în cinci curbe). În figura 42, este ilustrat modul de reprezentare prin curbe de nivel a principalelor elemente geomorfologice pozitive (mamelon, spinare de deal) şi negative (vale, căldare). Toate suprafeţele de teren care converg spre un rîu colector şi spre afluenţii acestuia sau, altfel spus, care alimentează rîul şi afluenţii lui, alcătuiesc un bazin hidrografic (de recepţie, sau bazin versant), ale cărui limite sînt date de cumpăna apelor (fig. 43). Formele negative ale reliefului carstic (doline, uvale etc.) pun probleme de reprezentare prin curbe de nivel, mai ales atunci cînd ele se dezvoltă pe suprafeţe suborizontale. În asemenea situaţii, indicatoarele sînt îndreptate spre interiorul curbelor.

CUM FOLOSIM HĂRŢILE

Fig, 42. Reprezentarea prin curbe de nivel a unor forme tipice de relief: a) mamelon; b) spinare de deal, cumpăna apelor; c) căldare, pîlnie; d) vale; e) ravenă (după Deaconescu C. et al., 1979, modificat).

43. Bazin hidrografic delimitat de cumpăna apelor.

Hărţile geografice generale şi la scări mici sînt rareori utile speologilor. În schimb, cele speciale (geologice, hidrografice, geomorfologice etc), redactate la scări cuprinse între 1: 2 000 şi 1: 50 000, sînt de neînlocuit. La fel de importante sînt şi hărţile topografice.

Hărţile geologice[1]. Sînt necesare în următoarele scopuri: (1) delimitarea perimetrului în care se dezvoltă roci carstificabile; (2) stabilirea raportului reţelei golurilor subterane cu tectonica şi structura rocilor, din necesităţi de interpretare sau de intensificare a explorării pe anumite direcţii; (3) stabilirea potenţialului teoretic de dezvoltare şi denivelare, în funcţie de extinderea spaţială a rocilor carstificabile.

Hărţile topografice. Sînt folosite în următoarele scopuri (1) orientarea în teren; (2) stabilirea coordonatelor unei intrări de peşteră; (3) poziţionarea unei peşteri pe hartă.

[1] Hartă geologică a României, sc. l : 200 000 şi l : 50000 (editată parţial).

Orientarea cu ajutorul hărţii topografice. Pentru acesta este necesară busola şi altimetrul[1]. Se aşază busola peste hartă, apoi se roteşte harta pînă cînd cadrul gradat este paralel cu acul busolei, vîrful nordic al acesteia fiind îndreptat spre partea din sus a hărţii. Se determină altitudinea absolută cu ajutorul altimelrului.

Interpretînd corect detaliile (morfologice, hidrografice ele.) din jur, se stabileşte locul de pe hartă în care ne aflăm. Cunoscînd (pe hartă) punctul spre care urmează să ne deplasăm, punct invizibil în teren, măsurăm , orientarea magnetică pe hartă, spre acesta, apoi se menţine direcţia de mers cu ajutorul busolei.

În sens mai general, orientarea se poate face alegînd un itinerar pe care îl vom parcurge ghidaţi de detaliile din teren, deplasîndu-ne pe drumuri, poteci, cursuri de apă sau linii de culme.

Determinarea pe hartă a coordonatelor rectangulare ale unui punct. Se face folosind caroiajul rectangular (kilometric) şi valorile kilometrice înscrise la capătul fiecărei linii. Pentru exemplificare, ne vom folosi de porţiunea de hartă din figura 39, redată la scara 1: 50 000. Fiecare latură a unui pătrat are o lungime de 2 cm, acesteia corespunzîndu-i o lungime reala de l km în teren; deci l cm pe hartă este echivalent cu 500 m din teren.

Intrarea în Peştera cu Apă este situată în careul delimitat la vest de linia kilometrică 5 365, faţă de care măsurăm o distanţă suplimentară spre est, ΔY=12 mm. Deci, pe ordonată, poziţia intrării va fi:

Y =5 365 km + (12x50 m) -5 365,600 km[2].

În sensul abscisei, măsurăm cu rigla spre nord, o distanţă ΔX=16 mm faţă de linia kilometrică 5 025, deci:

X =5 025 km + (16x50 m) =5 025,800 km.

Poziţionarea pe hartă a unui punct de coordonate cunoscute. Să luăm ca exemplu coordonatele intrării în Peştera Fagului:

X =5027,750 km;
Y =5 366,450 km

Se caută foaia de hartă pe care există careul al cărui coltx stînga jos să aibă coordonatele:

X =5 027 km;
Y=5366 km

Transformăm 750 km la scara hărţii (l: 50.000) şi obţinem ΔX =750 m: 50 m=-15mm şi trecem această valoare pe linia kilometrică 5027, apoi trasăm prin acest punct o paralelă la ordonată. Procedăm identic în sensul ordonatei şi obţinem ΔY =450 m: 50 m = 9 mm, apoi trasăm o paralelă la abscisă prin punctul obţinut. Intersecţia celor două drepte va constitui poziţia intrării în Peştera Fagului (fig. 39).

NOŢIUNI GENERALE DESPRE ERORI

Pentru mărirea gradului de precizie a ridicărilor topografice este necesar să cunoaştem cauzele principale care conduc la apariţia erorilor. Acestea pot fi subiective, atunci cînd sînt determinate de neglijenţa, pregătirea insuficientă a speologului topograf, greşeli de citire, de calcul, sau de reprezentare şi obiective, cauzate de imperfecţiunea instrumentelor sau metodelor folosite. Condiţiile dificile din peşteri determină folosirea unor improvizaţii sau adaptarea metodelor standard, în funcţie de specificul cavernamentului. Galeriile joase pe care înaintarea se face tîrîş, nu permit utilizarea trepiedelor, deci centrarea instrumentelor în punctul de staţie este dificilă. Cartarea galeriilor active, cu lacuri, repezişuri ori cascade sau a galeriilor aflate sub apă, îngreunează şi mai mult activitatea topografului. Oboseala se instalează rapid, iar aparatele se defectează foarte uşor. Din aceste cauze, majoritatea planurilor se realizează pe baza unor metode expeditive de lucru, cu ajutorul unor instrumente cît mai simple şi mai

[1] Aparat care indică altitudinea absolută a unui punct în funcţie de presiunea atmosferică.

[2] Pe hărţile topografice executate în proiecţia GAUSS-KRUGER, prima cifră a ordonatei (în exemplul dat, cifra 5) indică numărul fusului în care se găseşte punctul nostru, iar celelalte cifre, numărul kilometrilor de la axa de origine.

rezistente. Cunoscînd cauzele care duc la apariţia erorilor se poate ameliora rezultatul final.

Erori sistematice. Sînt produse de aparatura de lucru, de metoda folosită sau de influenţele mediului; ele rămîn constante ca semn şi valoare, dacă măsurătorile se fac în condiţii identice. Atunci cînd eroarea se produce în acelaşi sens, ea se va corecta cu o valoare egală şi de semn opus.

Corecţia poate fi deci definită ca eroarea rezultatului brut al unei măsurători, dar cu semn schimbat; ea se aplică rezultatului brut al măsurătorii prin însumare algebrică.

Înainte de începerea lucrărilor în subteran se vor verifica instrumentele şi se vor stabili erorile sistematice. Astfel, topofilul cu care măsurăm lungimile (vezi p. 90) prezintă o eroare sistematică de +0,035 m la fiecare metru. Distanţele măsurate în teren vor fi corectate proporţional cu lungimea lor; o lungime de 17,50 m măsurată cu acest instrument va avea în realitate 17,50- (17,5x0,035)—16,89 m. În acest fel, dacă lungimea totală măsurată a unei peşteri este de 2 000 m, în realitate ea va avea 2 000-(2 000x 0,035)=1 930 m.

În cazul busolelor, instrumentul cel mai utilizat în speologie pentru măsurarea unghiurilor orizontale, pot apărea erori determinate de unele defecte de construcţie. Eroarea de excentricitate, de exemplu, este determinată de un decalaj care apare între axul acului magnetic şi centrul cadranului gradat şi ea oscilează între zero şi maxim, în funcţie de direcţia pe care se face măsurătoarea. Asemenea busole nu trebuie folosite, corectarea valorilor măsurate fiind greoaie. Unele busole prezintă p eroare de aliniament datorită căreia perechile de valori indicate de cele două vîrfuri ale acului magnetic nu sînt distanţate cu 180° (sau 200°). În acest caz, se stabileşte mărimea erorii (aceasta va fi constantă, indiferent de direcţia pe care se execută măsurătoarea) şi se aplică o corecţie fiecărui unghi său în final, corectăm direcţia nordului pe plan cu aceeaşi valoare, dar de semn contrar. De exemplu, vîrfurile acului magnetic indică perechea de valori 266° şi 83° între care există o diferenţă de 183° în loc de 180°, deci eroarea de aliniament este de 3°. Odată stabilită eroarea, valorile măsurate se pot corecta.

Erori accidentale. Se produc datorită unor cauze care nu pot fi prevăzute, fiind cu atît mai rare şi mai mici, cu cît condiţiile de lucru sînt mai bune, iar metoda şi instrumentele mai precise. De exemplu, atunci cînd direcţia vizuală sub care citim valoarea pe busolă nu este perpendiculară pe cadran, pot apărea erori notabile.

Erori grosolane. Sînt acelea care depăşesc foarte mult cele mai probabile erori determinate de condiţiile concrete de lucru şi apar ca urmare a folosirii instrumentelor cu defecte, a folosirii greşite a unui instrument sau datorită citirilor sau transcrierii greşite a valorilor.

Atunci cînd, măsurătorile de unghiuri şi distanţe se repetă de un mare număr de ori, erorile care apar se compun după legile probabilităţii[1].

TOLERANŢE ŞI CLASE DE PRECIZIE

Orice măsurătoare este supusă unor abateri inerente de la valoarea reală. Cu cît măsurătorile sînt mai complexe, abaterile vor fi mai mari. Metodele expeditive, aparatura simplă cu grad redus de precizie folosită curent pentru ridicările topografice din subteran, determină implicit un grad scăzut de precizie a rezultatelor. Toleranţa este definită ca eroarea maximă admisă pentru rezultatele finale ale unei măsurători. Dată fiind precizia redusă a busolelor şi clinometrelor (±1°-2°), este dificil de stabilit o toleranţă convenabilă în care să se poată încadra măsurătorile topografice din peşteri. Putem însă aprecia diferenţiat precizia fnăsură-torilor cu ajutorul unor clase de. precizie, utilizate curent de către speologi (tabelul 2).

Pentru clasele 3, 4 şi 5, operatorul foloseşte instrumentele „din mînă", fiind amplasat deasupra punctului de staţie, punctul vizat fiind materializat cu ajutorul flăcării lămpii cu acetilenă; în consecinţă, eroarea de măsurare a unghiurilor va fi foarte mare.

CLASELE DE PRECIZIE ALE RIDICAARILOR TOPOGRAFICE ÎN CAVITĂŢI CARSTICE

Clasa	Instrumente folosite sxi mod de lucru	Precizia instrumentelor		Eroare de centrare pe punct
		unghiuri	distantxe	
1	Schiţă din memorie, fără scară,	-	-	-

[1] Funcţia probabilităţii erorilor a fost determinată de GAUSS. Pentru aprofundarea modului de producere a erorilor, vezi Marbach G., Courbon P., 1972.

2	Desen executat în teren prin aprecieri vizuale ale unghiurilor şi distanţelor; scară aproximativă	-	-	-
3	Busole simple, clinometre improvizate; fir gradat.	4^0	10cm/10m	25 cm
4	Busole şi clinometre cu diviziuni de 1 — 2°; topofil	$2\text{-}3^0$C	5cm/10m	10 cm
5	Busole şi clinometre cu diviziuni de 1°; panglică metalică	$1\text{-}2^0$C	1cm/10m	10 cm
6	Busole şi clinometre cu diviziuni de 30'— 1°, montate pe trepied sau suspendate pe fir; panglică metalică	$30'\text{-}1^0$C	1cm/10m	1 cm
7	Tipuri diferite de teodolit; panglică metalică	20'	1cm/10m	1 —2 mm

Putem vorbi de precizie numai pentru clasele 6 şi 7. Pentru ridicările cu teodolilul la exterior, toleranţele admise îu cazul unei drumuiri variază în funcţie de lungimea totală a laturilor, de la 0,64 m, pentru o lungime totală de 400 m, la 3,33 m pentru o lungime totală de 2 500 m[1]. În subteran însă, nu pot fi respectate condiţiile impuse de normele topografice, deci toleranţele trebuie majorate cu 50%— 100%, în funcţie de condiţiile de lucru. Busola minieră, suspendată pe fir, se apropie de precizia teodolitului în situaţia în care drumuirea are peste 120 de laturi (Feldioreanu, I. Barici, V., 1982).

PREGĂTIREA RIDICĂRILOR TOPOGRAFICE

Pentru obţinerea rezultatului final al lucrărilor topografice, planul peşterii, trebuie parcurse etape succesive de lucru.

DOCUMENTAREA

Obţinerea de informaţii privind localizarea intrării, căile de acces spre peşteră, dimensiunile şi specificul cavernamentului şi dificultăţile traseului subteran este obligatorie, în funcţie de toate acestea stabilindu-se materialele şi instrumentele necesare, precum şi alcătuirea echipei. În cazul în care se intenţionează determinarea coordonatelor intrării, trebuie obţinute şi informaţii referitoare la amplasarea în teren a celor mai apropiate puncte cu coordonate cunoscute.

PREGĂTIREA INSTRUMENTELOR ŞI MATERIALELOR

În această etapă, se aleg instrumentele de lucru şi se verifică funcţionarea lor corectă. Pentru peşterile cu declivitate pronunţată recomandăm busole şi clinometre prevăzute cu dispozitive de suspendare pe fir (vezi fig. 46) foarte practice de altfel şi în peşterile cu pîraie sau lacuri.

Tot în această etapă se confecţionează materialele necesare marcării şi semnalizării punctelor în teren. Natura variată a planşeului galeriilor (rocă, depozit concreţionar, depozit aluvionar) determină necesitatea de-a avea pregătite tipuri diferite de ţăruşi:

— ţăruşi din lemn cu secţiune de 2—3 cm şi lungime de 15—25cm;
— ţăruşi din ţeava sau fier-beton (00,8—l,6 cm) de 10—25 cm; [1]
— cuie din oţel (00,5 cm) de 5 cm lungime pentru concreţiuni alterate sau fisuri în rocă.

În rocă masivă sau în concreţiunile compacte, punctul de staţie poate fi marcat cu ajutorul unei dălţi. Înscrierea numărului punctelor de staţie se va face pe plăcuţe confecţionate din material plastic sau oţel inoxidabil (5/5 cm), cu vopsea (în culori deschise) sau prin poansonare.

Punctul de origine a reţelei subterane (vezi cap. 2) se va materializa printr-o bornă de beton sau din lemn (25/25/50 cm).

Trebuie avut în vedere faptul că în unele peşteri cu dificultăţi pe traseu, la echipamentul topografic se va adăuga echipamentul speologic adecvat (material de escaladă, echipament de parcurgere a rîurilor sub; terane).

[1] Unghiurile verticale mai mari de 15^g

ALCĂTUIREA ECHIPEI

Membrii echipei topografice trebuie să fie speologi capabili să rezolve dificultăţile din traseu, avînd pe lîngă cunoştinţe topografice şi o rezistenţă şi răbdare mai mari decît cele obişnuite. Ridicarea topografică a unei reţele subterane oferă satisfacţii celor care o practică, dar este monotonă, presupunînd repetarea obositoare a aceluiaşi grupaj de acţiuni. Deci, atenţie. Speologii cu temperament prea dinamic sau nervoşi este mai bine să-şi îndrepte atenţia spre alte îndeletniciri subterane.

Pentru obţinerea unui randament satisfăcător, echipa topografică trebuie să aibă următoarea componentxă:

1. - Coordonatorii ridicării: organizează şi conduce lucrările; stabileşte amplasamentul punctelor caracteristice din subteran, a căror poziţie trebuie determinată (în funcţie de morfologie şi de scara la care se, va redacta materialul cartografic); întocmeşte o schiţă cît mai detaliată a ridicării, în paralel cu măsurătorile;
2. Operatorul: verifică funcţionarea instrumentelor, centrarea acestora pe punct, corectitudinea vizei; execută toate citirile la instrumente; execută secţiuni transversale reprezentative;
3. Secretarul: înregistrează în carnet valorile dictate de operator, iar pentru evitarea unor greşeli, se verifică permanent cu acesta;
4. Doi operatori-ajutători: materializează în teren punctele principale ale ridicării, asigură iluminarea optimă a semnalelor pe punct, întind ruleta sau firul pe direcţia vizei.

Pentru peşterile cu dimensiuni reduse sau fără dificultăţi de traseu, echipa poate funcţiona cu un coordonator, un operator şi un ajutor.

SURSELE DE LUMINĂ

Trebuie să fie suficient de puternice pentru a putea asigura o vizibilitate cît mai bună în zona de lucru. Fiecare membru al echipei va avea lumină frontală dublă (acetilenă -electrică), precum şi o lanternă suplimentară de dimensiuni reduse, iar din echipamentul de lucru al echipei nu va lipsi o lampă independentă cu acetilenă şi o lanternă proiector cu bătaie lungă şi fascicul luminos focalizat. Cea mai uşoară semnalizare a punctelor accesibile de viză se realizează cu flacăra lămpii, iar cu proiectorul se luminează punctele inaccesibile şi se verifică întinderea corectă a firului său a ruletei.

EXECUTAREA RIDICĂRILOR TOPOGRAFICE

Golurile carstice diferă atît ca dimensiuni, formă şi distribuţie spaţială, cît şi ca varietate a depozitelor de umplutură. Imaginea cartografică a unei peşteri se obţine prin determinarea în teren a coordonatelor unui număr variabil de puncte caracteristice, alese selectiv, astfel încît să asigure trasarea conturului golului carstic şi a tuturor elementelor morfologice, hidrologice etc. existente în interiorul lui.

ALEGEREA PUNCTELOR CARACTERISTICE

Numărul punctelor ale căror coordonate trebuie calculate este determinat de scara la care se redactează planul peşterii, de morfologia pereţilor şi a depozitelor de umplutură şi, în secundar, de dificultăţile traseului subteran. Coordonatorul ridicării topografice trebuie să aibă în vedere gradul de generalizare a reprezentării cartografice eliminînd în timpul ridicării detaliile nccaracteristice, păstrîndu-le doar pe cele esenţiale. Astfel, pe un plan 1 : 1 000 un pîrîu subteran cu lăţime mai mică de 1 m va fi practic reprezentat printr-o linie, deci este suficientă alegerea punctelor în lungul talvegului şi nu alternativ pe cele două maluri. Similar, sinuozităţile secundare de pe conturul galeriilor nu trebuie determinate, urmărindu-se obţinerea conturului generalizat. Se consideră caracteristice următoarele puncte:

A). Puncte pentru delimitarea secţiunii deschiderilor de tip aven sau peşteră (vezi fig. 21, fig. 22 şi fig. 24).

1. punctul de cotă zero al fiecărei intrări;
2. punciul de origine al reţelei;
3. puncte caracteristice de contur;

B) Puncte pentru delimitarea golului carstic;

a) în galerii şi săli:

1. puncte caracteristice de contur pentru reprezentarea în plan;
2. puncte de modificare a pantei planşeului;
3. puncte de modificare a înălţimii tavanului;
4. puncte caracteristice ale secţiunilor transversale;

b) În puţuri şi hornuri:

1. puncte caracteristice ale secţiunilor transversale;
2. schimbări de pantă;
3. punctul terminal.
c) puncte caracteristice de intersectare a golurilor carstice: (vezi fig. 27 şi fig. 28).
1. punctul de intersectare a axelor longitudinale;
2. punctul ele intersectare a axului longitudinal al galeriei, puţului, hornului, cu linia de contur a peretelui galeriei cu care comunică;
d). puncte caracteristice pentru conturarea elementelor hidrologice şi a depozitelor de umplutură în interiorul golurilor carstice:
1. malurile sau talvegul pîraielor;
2. conturul acumulărilor de ape;
3. conturul acumulărilor de blocuri, de sedimente, al formelor concreţionare majore său al altor tipuri de depozite (arheologice, paleontologice, biologice).

Punctele caracteristice nu se marchează, de regulă, în teren, determinarea lor avînd drept scop poziţionarea elementelor de detaliu ale planului.

MAASURAREA DISTANTXELOR

Distanţele sînt valori obţinute prin diferite procedee tipografice, în mod direct atunci cînd pot fi parcurse, său indirect, prin măsurători de unghiuri.

Pentru măsurarea directă a distanţelor în subteran se folosesc procedee şi instrumente variate, în funcţie de specificul peşterii şi de precizia urmărită.

Pas şi dublu pas. Operatorul îşi va Etalona pasul în raport cu o lungime cunoscută, prin parcurgerea repetată a aceleiaşi distanţe măsurată cu un instrument de precizie. Dacă pentru o lungime de 100 m s-a determinat un număr mediu de 120 paşi, mărimea unui pas este dată de raportul 100/120=0,83 m (un dublu pas— 1,66 m). Atunci cînd terenul se află sub un unghi mai mare de 10°—12° cu orizontala, erorile de măsurătoare sînt foarte mari.

Fir etalonat. Se obţine prin marcarea cu vopsea, noduri, plăcute său inele metalice a unei cordeline (rezistentă şi puţin extensibilă), sau a unui fir metalic.

Topofil. Este un aparat simplu şi robust construit artizanal, frecvent folosit în speologie datorită comodităţii de lucru şi a unei precizii satisfăcătoare. Este alcătuit dintr-un contor (tahometru), cuplat la un tambur acţionat de firul unui mosor de aţă (fig. 44). Aparatul este astfel etalonat încît unei ture complete a tamburului îi corespunde un metru parcurs. Se procedează astfel: (1) se aduce tahometru l la zero sau se notează valoarea pe care o indică; (2) se acroşează firul în punctul de staţie şi se parcurge distanţa pînă la punciul următor; (o) se citeşte valoarea distantei sau se face diferenţa celor două citiri. Firul întins între cele două puncte se abandonează.

Ruleta. Este o panglică textilă, metalică, din fibre de sticlă sau din materiale plastice, divizată centimetric pe ambele părţi, avînd metrii marcaţi cu o culoare diferită de cea generală. Ruletele pot avea lungimi de 5,10, 20, 50 m, ultimele două fiind cele mai utilizate în speologie. Se recomandă folosirea ruletelor construite din fibre de sticlă sau a celor din oţel protejate cu o peliculă antioxidantă. Pentru obţinerea unei precizii maxime, ruletele trebuie bine întinse la efectuarea măsurătorii, mai ales la distanţe mai mari de 15 m.

Atunci cînd distanţa care trebuie măsurată este mai mare decît lungimea instrumentului de care dispunem, se materializează prin jalonare aliniamentul direcţiei pe care se află distanţa de măsurat, după care aceasta se parcurge succesiv.

Fig. 41. Principiul constructiv al topofilului.

Măsurarea indirectă a distanţelor se realizează cu ajutorul teodolitelor sau nivelelor tahimetrice, folosind cuplul stadimetric şi vizarea pe o stadie. Frecvent utilizat în ridicările topografice de precizie este tahimetrul autoreduclor BRT-006 (numit, şi teletop), cu ajutorul căruia se măsoară direct distanţele reduse la orizontală, cu o precizie de ±6 cm la 100 m. Pentru distanţe mai mici de 60 m, măsurătorile se pot efectua fără stadie, prin simpla semnalizare a unui punct.

MAASURAREA UNGHIURILOR ORIZONTALE

Direcţia unei galerii este definită de unghiul orizontal pe care aceasta îl face cu direcţia nordului magnetic (orientare magnetică) sau cu o direcţie cunoscută. Cea mai simplă şi rapidă orientare într-o peşteră este cea magnetică, obţinută cu ajutorul busolei. Măsurarea se face dintr-un punct deasupra căruia

staţionăm (punct de staţie), spre altul a cărui poziţie trebuie aflată (punct de vizaa).[1]

Înainte de efectuarea măsurătorii se vor asigura următoarele condiţii:

1. centrarea busolei (teodolitulni) deasupra punctului de staţie. Operaţia este relativ simplă numai la busolele montate pe trepied sau suspendate pe fir. Pentru busolele folosite „din mînă", eroarea de centrare depăşeşte frecvent 30 cm. În cazul teodolitelor, centrarea se realizează cu ajutorul firului cu plumb său printr-un sistem optic de vizare a punctului de staţie;
2. orizont alizarea busolei (sau calarea teodolitului); acul magnetic trebuie să se deplaseze liber ţii uşor;
3. vizarea semnalului de pe punciul următor.

TIPURI DE BUSOLE

În topografia speologică se utilizează o mare varietate de busole, diferenţiate prin gradaţiile cadranului (dextre, semestre, centesimale, sexagesimalc) sau prin echipamentul auxiliar cu care sînt dotate (repere, oglindă, fantă, prismă, dispozitiv de suspendare etc.).

Busola Sport-4 (fig. 45 a). Este folosită curent, deşi are un grad ele precizie redus (±2°), amplificat de dimensiunile modeste ale cadranului gradat (mobil). Deoarece acul magnetic funcţionează într-o capsulă cu lichid, el se stabilizează rapid.

Se orientează busola cu latura lungă spre punciul vizat, deci nordul marcat pe placa suport este oriental spre punct; se roteşte cadranul mobil pînă cînd diametrul N-S al acestuia se suprapune peste direcţia N-S a acului magnetic (cu nordul peste nord); se citeşte valoarea unghiului în dreptul liniei centrale de pe placa de bază.

Busola BEZARD (fig. 45 b). Este prevăzută cu cadran mobil, oglindă şi fantă pentru vizare; un reper fix este montat deasupra diviziunilor cadranului. Din punctul de staţie se vizează spre punctul următor, prin cele două fante de pe extremităţile capacului; se suprapune diametrul N-S de pe cadranul mobil peste direcţia N-S a acului magnetic, apoi se citeşte valoarea azimutului în dreptul reperului fix.

Busola PEIGNE (fig. 45 c). Mai robustă şi mai compactă decît precedenta, are cadran fix, divizat în jumătăţi de grad. Pe interiorul capacului se găseşte o oglindă cu fantă transparentă pentru vizare, iar pe partea opusă acesteia, o riglă rabatabilă cu fantă de vizare.

Se orientează busola cu nordul spre punctul de viză, astfel încît semnalul aflat pe acesta să fie vizibil prin cele două fante; se citeşte azimutul în oglindă sau direct, după stabilizarea şi blocarea acului, la vîrful nordic al acestuia.

Busola minieră (fig. 45 d). Este un intrument de precizie al cărui cadran este divizat în grade sau jumătăţi de grad. Busola propriu-zisă, este montată într-un dispozitiv de suspendare pe fir, care îi asigură orizontalitatea pentru vize cu pantă de pînă la 75°. Acest tip de busolă se instalează pe un fir rezistent care materializează direcţia vizei dintre cele două puncte. În acest mod, direcţia N-S de pe cadran este aceeaşi cu direcţia firului, deci cu direcţia vizei. Citirea azimutului se face la vîrful acului nordic atunci cînd nordul de pe cadran este îndreptat spre punctul vizat şi la acul sudic dacă sudul de pe cadran este îndreptat spre viză. Pentru mărirea preciziei se pot face citiri la ambele capete ale firului sau cu busola în cele două poziţii, la un singur cap, luîndu-se în considerare media lor.

Fig 45

Fig. 46. Dispozitiv Dresler adaptat la busole, pentru a putea fi suspendate pe fir.

RECOMANDĂRI PENTRU FOLOSIREA BUSOLELOR

Periodic se va verifica magnetizarea acului busolei şi se va echilibra cu ajutorul plăcuţei de pe braţul sudic. Pentru mărirea preciziei, busolele se vor folosi suspendate pe fir (fig. 46) său montate pe un trepied, vizele „din mînă" introducînd erori importante. În timpul măsurătorii, operatorul nu va avea asupra sa obiecte confecţionate din metale feroase şi se va păstra o distanţă de minimum 2 m faţă de acestea. Pentru măsurătorile de la exterior sau de la intrarea în peşteră, se vor păstra distanţe de 10—15 m faţă de corpuri metalice mari, 40 m faţă de liniile electrice aeriene de înallă tensiune şi 70—80 m faţă de o cale ferată.

MĂSURAREA UNGHIURILOR VERTICALE

[1] În cîmpul lunetei unor teodolite şi nivele, în planul reticulului, paralel şi simetric faţă de firul orizontal şi vertical al acestuia, sînt gravate încă două fire, fire stadimetrice sau cuplu stadimetric. Prin vizare pe o stadie se citesc diviziunile dintre aceste fire, ele indicînd distanţa dintre teodolit şi stadie.

Unghiurile verticale servesc la reducerea la orizontal a distanţelor reale, precum şi la calcularea diferenţei de nivel (A2) dintre două puncte. Ele se măsoară cu ajutorul cercurilor verticale ale teodolilelor sau cu clinometre.

TIPURI DE CLINOMETRE

În topografierea curentă a golurilor subterane sînt utilizate cîteva tipuri de clinometre, adaptate la busolele geologice sau independente.

Clinometru cu fir cu plumb (fig. 47 a) este alcătuit dintr-un raportor semicircular cu gradaţia zero aflată pe raza perpendiculară la diametru. În originea raportorului este fixat un fir cu plumb sau o riglă mobilă, ambele indicînd unghiul vertical sub care se ia viza.

Clinometru cu bila (fig. 47 b) este alcătuit dintr-un tub semicircular sau circular montat pe o placa gradată. În interiorul tubului se deplasează liber o bilă care va ocupa totdeauna poziţia cea mai joasă a tubului, indicînd valoarea unghiului vertical. Este foarte practic în peşterile cu multă argilă sau în cele cu pîraie subterane.

Ambele instrumente sînt folosite suspendate pe un fir textil rezistent, cu ajutorul căruia se materializează linia de viza.

Clinometru cu bulă. Este alcătuit dintr-un raportor circular montat pe o placă pătrată sau dreptunghiulară. Pe una din laturi se montează o bulă de nivel, iar în originea raportorului un fir. Poziţia zero a raportorului se marchează pe diametrul paralel la latura cu bulă. Se orizontali-zează latura cu bulă a clinometrului, iar firul întins spre punctul vizat va indica valoarea unghiului vertical. Acest instrument poate fi utilizat independent, suspendat pe un fir sau ataşat la un topofil.

RECOMANDĂRI PENTRU UTILIZAREA CLINOMETRELOR

Fig. 47. Tipuri de clinometre: a) cu fir cu plumb; b) cu bilă.

Pentru obţinerea unei precizii bune la măsurarea unghiurilor verticale trebuie respectate următoarele cerinţe:

1. Instrumentele se vor folosi numai montate pe trepied, bine centrale deasupra punctului de staţie (cele optice) sau suspendate pe fir.
2. Se verifică permanent deplasarea liberă a firului cu plumb, a bilei sau a riglei mobile;
3. Linia de viză trebuie să fie paralelă cu linia terenului, deci instrumentul şi punctul vizat se vor afla la aceeaşi înălţime. În acest scop se vor folosi două jaloane confecţionate din material uşor, lemn, ţeava de PVC sau aluminiu, pe care decimetri vor fi marcaţi prin culori diferite. Acestea vor avea un capăt ascuţit şi o lungime maximă de 1,7 m. Se centrează jaloanele pe cele doua puncte, se întinde firul între ele la aceeaşi înălţime deasupra punctelor şi se citeşte unghiul vertical pe clinometru. În cazul în care se foloseşte un instrument montat pe trepied, citirea pe jalonul aflat deasupra punctului vizat se face la înălţimea la care se află instrumentul, deasupra punctului de staţie. Această înălţime poate fi uşor materializată cu flacăra lămpii de acetilenă;

   Atunci cînd morfologia galeriei nu permite respectarea acestei condiţii şi se vizează direct la nivelul planşeului sau la o înălţime diferită de cea a aparatului, din cota punctului vizat se scade (pentru unghiurile verticale negative) sau se adaugă (pentru cele pozitive) înălţimea aparatului sau diferenţa de înălţime dintre aparat şi punctul vizat.

   Pentru distanţe mai mari de 10 m, se măsoară unghiul vertical la ambele capele ale firului, luîndu-se în considerare media celor două citiri;
4. La măsurarea unghiurilor verticale în galerii cu pantă mai mare de 50°, se recomandă alegerea punctelor de staţie în locuri care permit utilizarea firului cu plumb; în acest mod se elimină în mare măsură erorile de cotă.

TOPOCLINOMETRUL

Speologii amatori au proiectat şi an construit artizanal un instrument universal foarte eficient pentru ridicări topografice în peşteri, cu ajutorul căruia se măsoară unghiurile orizontale, cele verticale şi distanţele, cu o precizie satisfăcătoare. Simplu şi robust, uşor de manevrat, topocli-nometrul este alcătuit dintr-un topofil, o busolă, o bulă de nivel şi un cadran gradai (fig. 48). Firul topofilului iese la exterior prin centrul cadranului. Măsurătorile se execută în felul următor: ţinînd aparatul ca în figura 48 a, se roteşte în plan orizontal pînă la suprapunerea acului busolei peste direcţia N-S de pe cadran, cu nordul la nord; în această poziţie, firul întins spre punctul vizat va indica unghiul orizontal; cu instrumentul în poziţia din

figura 48 b, orizontalizat cu ajutorul bulei de nivel, se determină unghiul vertical, iar distanţa se citeşte pe contorul tahometrului.

Precizia măsurătorilor obţinute cu acest aparat depinde, în primul rînd, de precizia cu care este construit, precum şi de corectitudinea folosirii lui.

COMPLETAREA CARNETULUI PE TEREN

Fig. 48. Topoclinometru: a) poziţia în care se măsoară orientarea magnetica şi distanţa; b) poziţia în care se măsoară unghiul vertical.

Foarte importantă este nu numai precizia măsurătorilor pe care le executăm în teren; înscrierea lor corectă în carnet (sau pe fişa de cartare), schiţa ajutătoare şi notaţiile auxiliare sînt— în egală măsură— elemente care contribuie la corectitudinea materialului cartografic final, înscrierea măsurătorilor într-o succesiune logică determină formarea unor deprinderi care contribuie la diminuarea greşelilor.

Fig 49. Exemplu de filă din carnetul de teren.

În figura 49, reproducem o filă din carnetul de teren pe care sînt prezentate toate elementele pe care trebuie să le conţină acesta. În paralel cu înscrierea pe carnet de către secretar sau operator a măsurătorilor de unghiuri şi distanţe, coordonatorul ridicării întocmeşte o schiţă (crochiu) pe care va figura cîteva categorii de elemente:

a. *Detalii topografice*: punctele de staţie şi punctele de radiere sau echerare, înălţimea tavanului, săritorilor sau hornurilor, adîncimea puţurilor şi lacurilor, precum şi direcţia secţiunilor transversale. Punctele de radiere său echerare se vor alege de asemenea manieră (poziţie şi densitate) încît să permită trasarea corectă a conturului galeriilor şi localizarea detaliilor morfologice, hidrologice etc.

b. *Elemente morfologice şi geologice*: terase, marmite, linguriţe, speleoteme, caracteristicile planşeului, detalii geologice (tipuri de rocă, fracturi, tipuri de minerale), materiale de umplutura etc.

c. *Elemente hidrologice*: rîuri şi lacuri subterane, sifoane, apă de condensare, prezenţa gheţii sau a zăpezii etc.

d. *Elemente climatice, biologice, paleontologice, arheologice*: direcţia curenţilor de aer, temperatura şi umiditatea aerului, localizarea zonelor cu fauna subterană, localizarea punctelor fosilifere şi a depozitelor arheo-logice.

Toate aceste detalii, desigur numeroase, dar deosebit ele importante pe care le înscriem în carnetul de teren prin simboluri grafice sau notiţe scurte, contribuie — în final — la obţinerea unei imagini complete asupra cavernamentului. La desenarea pe crochiu a laturilor drumului este foarte utilă figurarea, cu oarecare aproximare, a orientărilor reale. Din neatenţie, se poate citi orientarea magnetică pe busolă, la vîrful sudic al acului, iar desenul ne ajută să descoperim cu uşurinţă asemenea greşeli.

Operatorul echipei de cartare execută secţiuni transversale în punctele caracteristice ale galeriilor, atît pe baza măsurătorilor efectuate la faţa locului (lăţimea şi înălţimea galeriei,), cît sxi prin aproximarea formei generale a secţiunii.

METODE TOPOGRAFICE FOLOSITE ÎN SPEOLOGIE

Pentru realizarea planurilor de peşteri nu au fost inventate metode noi, ci au fost preluate ca atare, adaptate sau simplificate, unele procedee folosite în topografia de suprafaţă şi în cea minieră.

DRUMUIREA[1]

Este procedeul principal folosit în practica topografica speologica şi. constă din determinarea poziţiei unor puncte necunoscute dispuse în vîrful unor contururi poligonale, prin măsurarea unghiurilor orizontale, a celor verticale şi a distanţelor spre fiecare punct, între două vîrfuri ale poligonului se desfăşoară o latură de drămuire, delimitată de două vîrfuri de drumuire. Fiecare latură poate fi definita prin orientare (magnetică, în cazul măsurătorilor cu busola), unghi vertical şi lungime; fiecare vîrf poate fi definit prin coordonate.

Fig. 50. Executarea unei drumuiri în subteran: a) drumuire dus-întors; b) drumuire poligonală.

Atunci cînd punctul final al unei drumuiri diferă de punctul iniţial, s-a trasat o drumuire deschisă sau întinsă (fig. 50 a), iar dacă punctul final este acelaşi cu cel iniţial o drămuire închisă (fig. 50 b). În cazul

[1] Este prezentată drumuirea nivelitică, metodă prin care se obţine atît poziţia planimetrică a unor puncte, cît şi cea altimetrică.

drumuirilor închise, ultimele măsurători se vor face spre punctul iniţial al ridicării. După efectuarea calculelor şi reprezentarea grafică a drumuirii se va constata o diferenţă între poziţia reală a punctului de închidere şi poziţia obţinută prin calcul sau prin reprezentare grafică. Această diferenţă, numită eroare de neînchidere, este invers proporţională cu precizia instrumentelor, cu precizia măsurătorilor şi a reprezentării grafice.

Datorită specificului peşterilor, drumurile deschise sînt cele mai frecvente, iar la acestea eroarea de neînchidere poate fi determinată numai în situaţia în care se cunosc coordonatele punctului iniţial şi ale celui final. Determinarea erorii de neînchidere a drumuirii în peşterile cu o singură intrare este posibilă numai prin refacerea măsurătorilor în sens invers, pornind de la punctul final spre cel iniţial (drumuire dus-întors), pe aceleaşi puncte (fig. 50 a).

În reţelele subterane care au mai multe intrări, precum şi în cele cu ramificaţii interconectate (bucle de meandre, pasaje de legătură), unele puncte de intersectare a galeriilor pot fi folosite pentru verificarea corectitudinii măsurătorilor.

Determinarea mărimii erorii de neînchidere este necesară pentru compensarea (corectarea) drumuirii.

ALEGEREA ŞI NUMEROTAREA PUNCTELOR DE DRUMUIRE

Cu ajutorul drumuirii se realizează o reţea de puncte de sprijin, care va avea forma reţelei golurilor subterane. Pornind de la vîrfurile şi laturile drumuirii, se ridică toate detaliile planimetrice şi altimetrice, folosind alte procedee topografice.

Fig. 51. Stabilirea indicativului drumurilor executate în reţelele subterane ramificate: a) drumuirea principală; b)-h) drumuiri secundare.

Primul punct al drumuirii, numit punciul de origine al reţelei, se alege totdeauna în deschiderea intrării, iar pentru reţelele cu mai multe intrări, în intrarea cu cea mai mare cotă. Acest prim punct va constitui originea sistemului de coordonate relative ale peşterii. Plecînd de la două (sau trei puncte de la exterior, ale căror coordonate sînt cunoscute, putem determina coordonatele absolute (X, Y, Z) ale punctului de origine şi, implicit, ale oricărui punct din reţeaua subterană.

Alegerea punctelor trebuie făcută judicios, pentru a asigura următoarele condiţii: (1) din fiecare punct să existe o vizibilitate bună spre înainte şi spre înapoi; (2) să poată fi marcat şi să fie posibilă instalarea unui trepied deasupra lui; (3) să permită o vizibilitate maximă spre detaliile din jur (spre punctele caracteristice) care trebuie ridicate; (4) laturile drumuiri să fie trasate cît mai aproape de axul galeriei.

Numerotarea punctelor de drumuire se face cu numere între 1—100. În peşterile cu multe ramificaţii ale galeriilor, ridicarea topografică va avea un aspect arborescent. Fiecare ramură va fi numerotată de asemenea cu numere între 1—100. Pentru a putea localiza oricînd o drumuire, se vor înscrie în carnet numerele punctelor de ramificare, separate prin linii orizontale. În figura 51, ramificaţia d va avea indicativul 17—7—16, iar ramificaţia f, 60—4; pentru intersectările în cruce se va trece lîngă cifră litera s pentru stînga şi d pentru dreapta, totdeauna în sensul în care se înaintează, deci indicativul ramificaţiilor h şi o vor fi 60—4-12s şi 60-4-12d.

MĂSURAREA ELEMENTELOR DRUMUIRII

Fig. 52. Măsurarea orientărilor magnetice ale laturilor drumuirii.

Cu ajutorul busolelor se măsoară independent unghiul pe care îl face fiecare latură a drumuirii cu direcţia nordului magnetic (fig. 52). Se procedează în felul următor: (1) se instalează trepiedul şi busola (sau jalonul pe care se întinde firul busolei miniere) pe primul punct al drumuirii; (2) se vizează spre punctul următor de drumuire şi se citeşte unghiul orizontal; (3) se măsoară unghiul vertical; capetele firului pe care instalăm cli-nomctrul trebuie să aibă aceeaşi înălţime deasupra punctelor, deci firul va fi paralel cu suprafaţa terenului; (4) cu ajutorul ruletei său a topofilului se. măsoară distanţa dintre, cele două puncte; (5) staţionăm în punciul al doilea şi efectuăm aceleaşi măsurători spre punctul al treilea; procedăm identic deplasîndu-ne din punct în punct, trasînd o drumuire în fiecare galerie a reţelei subterane.

Condiţiile standard ale drumuirilor de la suprafaţa terenului (lungime totală de maximum 3000 m, lungimea laturilor maximum 25 şi traseu cît mai liniar) nu pot fi respectate niciodată în subteran unde laturile au lungimea de 2—50 m, traseul este foarte sinuos, iar lungimea totală depinde de lungimea galeriei principale.

RADIEREA

Fig 52. Măsurarea orientaarilor magnetice ale punctelor de radiere, prin tur de orizont executat dintr-un punct de drumuire.

Este metoda principală folosită pentru determinarea conturului sălilor sau al galeriilor foarte mari, precum şi pentru poziţionarea tuturor detaliilor importante aflate în interiorul acestora. Dintr-un punct de drumuire din care există o vizibilitale bună în toate direcţiile, se determină prin măsurători succesive în tur de orizont, coordonatele polare ale unui număr oarecare de puncte.aflate în jur (fig. 53). Punctele de radiere nu se marchează în teren, semnalizaren lor în momentul măsurătorii realizîndu-se cu flacăra lămpii cu acetilenă, sau cu o lanternă cu care luminăm un jalon ori o stadie.

Pentru numerotarea punctelor de radiere în carnetul de teren şi pe plan, se pot folosi două modalităţi:

a) pornind de la 100 (cel mai mare număr al unui punct de drumuire) în continuare, indiferent care este numărul punctului de drumuire din care sedau radierile. Astfel, dacă primele radieri se dau din punctul 3 de drumuire, ele vor fi numerotate cu 101 $_r$ 102, 103, 104. Presupunînd că următoarele radieri se vor dă din punctul 7 de drumuire, ele vor fi numerotate în continuarea celor din punctul 3, cu 105, 106, 107....;
b) luînd ca bază numărul punctului de drumuire, la care se adaugă o grupă de două cifre, începînd cu 01. Deci, radierile care aparţin punctului l al unei drumuiri vor fi numerotate cu 1.01, 1.02, 1.03..., iar cele care aparţin punctului 34 de drumuire, cu 31.01, 34.02, 34.03, ... etc.

METODA PERPENDICULARELOR[1]

Fig. 51. Determinarea punctelor de contur ale unei galerii, cu ajutorul metodei perpendicularelor coborîte pe o latură de drumuire.

Pentru determinarea conturului pereţilor unei galerii relativ orizontală, sau a poziţiei unor detalii de pe planşeu, se poate folosi metoda perpendicularelor, în care, în locul unor echere topografice cu oglinzi sau cu prisme, se utilizează busola. Măsurătorile se execută în modul următor: (1) din punctele de detaliu a căror poziţie dorim să o cunoaştem (a, b, c, ...f, din fig. 51), se coboară perpendiculare pe o latură de drumuiie, adăugînd sau scăzînd 90° (100^g) la orientarea laturii; (2) se măsoară cu ruleta distanţele de la vîrful laturii de drumuire pînă la piciorul fiecărei perpendiculare coborîtă pe aceasta (distanţele Aa', Ab', ..., Af), precum şi lungimea perpendicularelor (aa' , bb', .., ff'). Valorile liniare astfel obţinute, se reprezintă grafic la scara planului şi raportate la latura corespunzătoare de drumuire, obţinînd poziţia punctelor de detaliu a, b, ...f.

INTERSECŢIA

Fig. 55. Determinarea poziţiei planimetrice a unui punct inaccesibil (M), prin intersecţie înainte (din două puncte cunoscute) şi construcţie grafică.

Metoda se foloseşte pentru determinarea poziţiei unor puncte inaccesibile din subteran, prin măsurători de unghiuri şi distanţe. Cea mai simplă intersecţie este cea directă, prin care, din două puncte cunoscute şi accesibile, A şi B, măsurăm unghiurile orizontale spre punctul inaccesibil M (fig. 55). Latura AB poate fi o latură de drumuire — dacă punctul M este vizibil din ambele vîrfuri — sau oricare altă latură care îndeplineşte condiţia anterioară. Se măsoară lungimea şi orientarea magnetică a laturei AB, precum şi orientările magnetice AM şi BM. Se reprezintă grafic latura AB, orientată faţă de nord şi la scară, apoi se trec direcţiile orientate AM şi BM', intersectarea celor două direcţii va coincide cu poziţia planimetrică a punctului M. Lungimea laturilor AM şi BM, precum şi poziţia punctului M, pot fi determinate prin calcul, folosind teoria sinusurilor în triunghiul ABM:

$a=(c/\sin\gamma)*\sin y$ sxi $b=(c/\sin\gamma)*\sin\beta$

care c se măsoară direct, iar unghiurile a, β,γ rezultă din diferenţa orientărilor:

$\alpha=\theta_{A-B}-\theta_{A-M}$, $\beta=\theta_{B-M}-\theta_{B-A}$, $\gamma=180^o-(\alpha+\beta)$

Exemplificînd numeric situaţia din figura 55, se obţine:

[1] Metoda, cunoscută şi sub denumirea de metoda cu abscise şi ordonate sau echerică, este prezentată simplificat.

$\theta_{A-M} = 55^o$, $\theta_{A-B} = 110^oC$, $\theta_{B-A} = 292^o$, $\theta_{A-B} = 362^o$

iar c=34,55 m (măsurat direct în teren), deci:

$\alpha = 110° - 55° = 55^0$
$\beta = 326° - 292° = 34°$
$\gamma = 180° - (55^a - f34°) = 91^0$

Introducînd aceste valori în ecuaţiile de mai sus, obţinem:

a = (34,55/sin 91°)*sin55° =28,30m, sxi b= (34,55/sin91°)*sin34° =19,32m

Tot prin intersecţie directaa, se poate determina înălţimea unui punct din tavan deasupra planşeului, parametru morfometric important la realizarea profilelor longitudinale şi a secţiunilor transversale ale galeriilor. În acest caz se vor măsura unghiurile verticale şi nu orientările magnetice. Se procedează astfel: (1) se aleg două puncte, A şi B, pe planşeul galeriei, puncte din care să fie vizibil punctul inaccesibil M de pe tavan; (2) se măsoară distanţele; (3) se măsoară unghiurile verticale sub care se vede punctul M din A şi B, cu ajutorul unui clinometru optic (sau teodolit) situat la aceeaşi înălţime deasupra ambelor puncte; (4) se raportează grafic la o scară convenabilă distanţa AB şi cele două unghiuri verticale, obţinîndu-se triunghiul oarecare ABM (fig. 56); (o) se coboară din M o perpendiculară pe A'B'; (6) pentru a obţine înălţimea galeriei (H). Se măsoară pe desen distanţa MM' şi se transformă în funcţie de scara folosită, la valoarea obţinută adăugîndu-se înălţimea la care s-a aflat instrumentul deasupra planşeului. Atunci cînd latura AB este orizontală, înălţimea H se poate obţine direct prin calcul, folosind relaţia (fig. 5G):

H= AB/(ctg α+ctg β)

în care se operează cu elemente măsurate direct în teren.

Fig. 56. Determinarea înălţimii unei galerii orizontale, prin măsurarea unghiurilor verticale din două puncte cunoscute.

În majoritatea cazurilor, latura AB din vîrfurile căreia se dau vizele spre punctul M se află sub un anumit unghi cu orizontala, unghi care trebuie de asemenea măsurat şi reprezentat grafic (fig. 57). La reprezentarea grafică a acestui unghi se va ţine scama de modul în care a fost maasurat (faţă de orizontală, dacă măsurătoarea s-a făcut cu clinometrul şi fatxă de verticală în cazul teodolitului).

În situatxia prezentată în figura 57, înaaltximea H poate fi determinataa şi prin calcul, cu relaţia:

H=AB/(cosi*(ctg α+ctg β))+MM’

distanţa AB şi unghiurile i_1, i_2, i_3, se măsoară direct în teren, M-'M" este înălţimea aparatului deasupra planşeului. $\alpha = i_2 - i_1$, $\beta = i_3 + i_1$

Fig. 57. Determinarea înălţimii unei galerii în pantă, prin măsurarea unghiurilor verticale din două puncte cunoscute.

Fig. 58. Realizarea secţiunii transversale a unei galerii, prin măsuraatori directe pe un jalon.

Una dintre cele mai dificile probleme din topografia speologicaa o constituie realizarea secţiunilor transversale ale galeriilor. Atunci cînd acestea au dimensiuni reduse, majoritatea elementelor necesare se obţin prin măsurători directe: (1) se stabileşte poziţia planului transversal pe axa galeriei; (2) din cel mai apropiat punct de drumuire se dau radieri în punctele caracteristice de pe planşeu; (3) se măsoară cu ruleta înălţimea tavanului deasupra punctelor de radiere; (4) faţă de un jalon plasat vertical deasupra unui punct de radiere se măsoară distanţa orizontală spre pereţii galeriei la înălţimi diferite (fig. 58). În paralel, se execută o schiţă ajutătoare pe care se figurează poziţia şi valoarea fiecărei măsurători. Pentru galeriile cu lăţimi şi înălţimi mari, această metodă nu poate fi aplicată. Secţiunea transversală a acestora se poate obţine numai cu clinometre optice sau cu teodolitul, procedînd astfel: (1) se aleg patru puncte pe planşeul galeriei în locul în care urmează să se realizeze o secţiune transversală (A, B, C, D, din fig. 59) şi se determină poziţia acestora faţă de cele mai apropiat vîrf de drumuire; (2) se determină unghiurile verticale sub care se vaad punctele caracteristice ale secţiunii din cîte două puncte de pe planşeu; (3) deoarece poziţia punctelor de pe planşeu este cunoscută, punctele de pe contur pot fi determinate faţă de acestea, fie grafic, fie prin

una dintre metodele de calcul prezentate anterior.

Deşi lentă, această metodă asigură ridicarea secţiunilor transversale ale marilor galerii şi săli. Atît punctele de pe planşeu, cît şi cele de pe contur, trebuie să se găsească în acelaşi plan vertical, plan perpendicular pe axă longitudinală a galeriei. Semnalizarea punctelor se poate face numai cu o lanternă-proiector, deci ele trebuie alese în aşa fel încît să poată fi recunoscute din unghiuri diferite.

În galeriile şi sălile fără curenţi de aer, înălţimea unor puncte din tavan poale fi determinată cu ajutorul unui balon obişnuit umplut cu gaze uşoare şi ancorat cu un fir subţire, neextensibil. Şi în acest caz, este necesară determinarea poziţiei unor puncte de pe planşeu, alese pe un aliniament transversal la axa galeriei.

Fig 59. Realizarea secţiunii transversale a unei galerii, prin măsurători indirecte.

Este necesar să precizăm că măsurarea directă (deci cu topofil sau ruletă) a lăţimii galeriilor — în sensul în care a fost definită în capitolul 2 — este posibilă numai în cazul în care acestea au planşeul orizontal pe direcţia de măsurare. Dacă această condiţie nu este îndeplinită, lăţimea (interioară său exterioară) se va măsura direct pe plan.

RIDICĂRI TOPOGRAFICE ÎN SITUAŢII DEOSEBITE

Ridicările topografice în galerii cu paulă redusă şi lipsite de obstacole sînt incomodate mai ales de insuficienţa luminii. O dată cu apariţia pîraielor, lacurilor şi sifoanelor sau cu creşterea pantelor, executarea măsurătorilor devine mai dificilă. Dificultăţi există şi în galeriile joase în care trepiedul nu poate fi folosit sau în reţelele labirintice polietajate, în care orientarea speologului topograf este anevoioasă, dar problemele cele mai complicate apar în galeriile inundate şi în cele verticale (puţuri şi hornuri).

RIDICĂRI TOPOGRAFICE ÎN GALERII ACTIVE

În galeriile cu pîraie, în care adîncimea apei este mai mică de l m, iar viteza de curgere este redusă, topografii vor fi echipaţi cu costume etanşe sau semietanşe, iar trasarea drumuirii se va face pe unul din pereţi sau alternativ. Punctele de drumuire se aleg pe pereţi, pentru fiecare măsurîndu-se înălţimea deasupra apei, precum şi adîncimea acesteia. Marcarea punctelor se face cu pitoane sau cu plăcuţe.

În galeriile în care adîncimea apei sau viteza curentului sînt mari, sînt necesare două echipe de lucru dotate cu bărci pneumatice. Prima echipă alege punctele de staţie, le marchează şi întinde între ele o cordelină rezistentă care va fi folosită atît pentru tractarea bărcii, cît şi pentru suspendarea instrumentelor de măsurare. Cea de a doua echipă execută măsurătorile. Conturul galeriilor se determină, de preferinţă prin radieri.

RIDICĂRI TOPOGRAFICE ÎN SIFOANE[1]

Cunoştinţele topografice nu sînt suficiente pentru a obţine planul unui sifon, înainte de a fi un bun topograf, speologul trebuie să fie un foarte bun scafandru. Aproape totdeauna planurile galeriilor inundate sînt sumare şi au un grad redus de precizie, iar această realitate este determinată de cauze obiective: vizibilitate redusă (uneori aproape nulă), timp limitat (condiţionat de rezerva de aer), instrumente cu grad redus de precizie etc. În condiţiile în care scafandrul este obligat să verifice permanent buna funcţionare a echipamentului de scufundare, atenţia pe care o va acorda ridicărilor topografice va fi, în mod necesar, diminuată. Toate acestea conduc la o concluzie care are valoare de conduită: se va acorda atenţie numai elementelor majore ale traseului subteran (orientarea generală a tronsoanelor, ramificaţii, adîncime, restricţii), neglijînd detaliile.

Punctele de drumuire se aleg pe unul dintre pereţi sau pe tavan, laturile drumuirii fiind materializate de către firul-ghid, întins de scafandrii pentru orientarea proprie (cordelină de 3 mm, marcată la l —3 m cu noduri său inele metalice). Măsurarea orientărilor magnetice se face cu ajutorul busolelor submersibile aflate în dotarea fiecărui scufundător, iar adîncimea se determină cu batimetrul. Pentru fiecare vîrf de drumuire se determină următorii parametri: adîncimea, distanţa faţă de podea, tavan şi faţă de peretele opus. Ramificaţiile de galerii se trasează prin drumuiri secundare.

Deoarece unele dintre componentele echipamentului de scufundare sînt confecţionate din oţel, se va determina cu precizie influenţa acestora asupra acului busolei, valoarea înregistrată scăzîndu-se său adăugîndu-se la fiecare azimut magnetic sau, în final, după desenarea planului, se va corecta direcţia nordului magnetic. Topografierea sifoanelor este o acţiune extrem de dificilă, ea necesitînd o pregătire

[1] Vezi Lascu C., et al., 1987.

temeinică şi un bun antrenament, ambele necesare obţinerii unei precizii satisfăcătoare şi evitării accidentelor.

RIDICĂRI TOPOGRAFICE ÎN GALERII CU PANTĂ MARE, ÎN PUŢURI ŞI HORNURI

În aceste tipuri de goluri carstice măsurătorile sînt condiţionate de rezolvarea următoarelor probleme: (1) deplasarea membrilor echipei cu ajutorul tehnicilor şi materialelor alpine; (2) staţionarea speologilor într-o poziţie sigură şi comodă, în care să poată executa măsurători; (3) centrarea instrumentelor pe punct şi menţinerea lor într-o poziţie stabilă.

Procedeele topografice sînt aceleaşi, dar folosirea lor este anevoioasă, depinzînd de morfologia golului, de nivelul de cunoaştere a tehnicilor de explorare, de gradul de echipare a zonelor dificile şi, în ultimă instanţă, de răbdarea şi inventivitatea echipei. Nu există soluţii universal valabile, ci numai recomandări care vor fi folosite cu discernămînt.

În puţuri şi hornuri, se va urmări transmiterea pe verticala a punctelor de drumuire pe distanţe cît mai mari, cu ajutorul firului cu plumb. În acest fel, poziţia planimetrică a două puncte este aceeaşi, iar distanţa verticală dintre ele reprezintă diferenţa de cotă (Δr). În locul firului cu plumb se poate folosi ruleta, de capătul căreia se atîrnă 2—3 pitoane.

În galeriile cu pantă marc se pot folosi numai instrumente optice său suspendate pe fir (busolă şi clinometru), cele din urmă fiind practic inutilizabile la pante de peste 50°. În asemenea situaţii se va urmări reducerea pantei vizelor, prin alegerea punctelor de drumuire în locuri situate deasupra planşeului (terase, brîne), din care se poate folosi firul cu plumb (fig. 60).

PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR DIN TEREN

Fig. 60. Reducerea pantei vizelor în galeriile înclinate, prin folosirea firului cu plumb.

Exceptînd situaţia în care planul unor peşteri simple şi cu dimensiuni reduse este redactat direct în teren, între ridicările topografice şi elaborarea materialului cartografic se interpune etapa de prelucrare a măsurătorilor. Aceasta etapă este mai simplă sau mai complicată şi depinde de precizia pe care dorim să o obţinem în final, precum şi de complexitatea peşterii.

REDUCEREA DISTANŢELOR LA ORIZONTALĂ

Indiferent de metoda care va fi folosită pentru obţinerea planurilor de peşteră, prima operaţiune de calcul este reducerea la orizontală a distanţelor măsurate în teren, cu ajutorul relaţiei:

$$D=D*\cos i,$$

în care D este distanţa reală, d este distanţa redusă la orizontală, iar i este unghiul vertical. Valoarea d este necesară atît pentru transpunerea grafică directă cu ajutorul coordonatelor polare, cît şi pentru calcularea coordonatelor rectangulare relative ale punctelor.

CALCULUL DRUMUIRII

În situaţia în care nu se folosesc coordonatele polare pentru obţinerea planului unei reţele carstice subterane, este necesară calcularea coordonatelor rectangulare relative ale tuturor punctelor măsurate în teren, faţă de punctul de origine al reţelei.

CALCULUL COORDONATELOR RECTANGULARE RELATIVE

Se execută pentru fiecare punct în parte, pornind de la orientarea magnetică (θ_m) şi de la distanţa redusă la orizontală (d). Cu ajutorul funcţiilor trigonometrice, se determină variaţia faţă de x (Δx) şi faţă de y(Δy) ale fiecărui vîrf drumuire faţă de cel interior, pe baza relaţiilor:

$$\Delta x—d \cos \theta_m \quad \text{şi} \quad \Delta y=d \sin \theta_m$$

Fig. 61. Calculul coordonatelor relative ale unei drumuiri; originea sistemului este considerată în punctul de origine al reţelei.

În figura 61, coordonatele relative ale vîrfurilor de drumuire l, 2, 3, se obţin cu relaţiile:

$$\Delta x1 = d1*\cos \theta_{0-1} \qquad \Delta y1=d1*\sin \theta_{0-1}$$

$\Delta x2 = d2*\cos \theta_{1-2}$ $\Delta y2=d2*\sin \theta_{1-2}$
$\Delta x3 = d3*\cos \theta_{2-3}$ $\Delta y3=d3*\sin \theta_{2-3}$

Dacă valorile pentru sin şi cos se extrag din tabele, unghiurile mai mari de 90° (100^g) se vor reduce la cadranul I. În tabelele de coordonate topografice[1] este calculat produsul distanţei reale (D), cu cosinusul unghiului de pantă (i), precum şi produsul distanţei redusă la orizontalaa, cu sinusul şi cosinusul unghiului orizontal (θ). Folosind un minicalculator cu funcţii, acesta va face automat transformările.
Pentru obţinerea coordonatelor punctului 3, se însumează algebric din aproape în aproape, pe fiecare axă în parte, variaţiile calculate pentru Δx şi Δy, astfel:

$X_1=X_0+/- \Delta X_1$
$X_2=X_1+/- \Delta X_2$
$X_3=X_2+/- \Delta X_3$
$Y_1=Y_0+/- \Delta Y_1$
$Y_2=Y_1+/- \Delta Y_2$
$Y_3=Y_2+/- \Delta Y_3$

Dacă se cunosc coordonatele absolute ale primului punct de drămuire, se pot obţine prin calcul coordonatele absolute ale tuturor punctelor următoare. Dacă punctul de origine al reţelei are coordonatele plane X=0 şi Y= O, se vor obţine coordonatele relative, deci axele rectangulare vor avea originea în acest punct.

Exemplu de calcul. Fie:

$\theta_{0-1}=43^0$	d_1=11,75m	Δx_1= +8,593	Δy_1=+8,013
$\theta_{1-2}=125^0$	d_2=8,10 m	Δx_2= +8,593	Δy_2=+6,635
$\theta_{2-3}=67^0$	d_3=12,35m	Δx_3= +4,825	Δy_3=+11,386

Coordonatele punctului 3 vor fi :

$X_1=X_0+ \Delta x_1 = 0+8,539 =+8,539$ $Y_1=Y_0+ \Delta y_1 =0+8,013=+8,013$
$X_2=X_1 -\Delta x_2 = 8,539-4,465 =+3,984$ $Y_2=Y_1+ \Delta y_2 =8,013+6,635=+12,648$
$X_3=X_2+ \Delta x_3 = 3,984+4,825 =+8,775$ $Y_3=Y_2+ \Delta y_3 =12,648+11,368=+24,016$

COMPENSAREA DRUMUIRII ÎN FUNCŢIE DE DISTANŢĂ

Atunci cînd drumuirea se închide pe punctul de plecare, se poate stabili eroarea de neînchidere pe direcţia celor două axe. Considerînd că punctul de pornire are coordonatele X=0 şi Y=0, suma variaţiilor pe axa x(ΣΔx) şi suma variatxiilor pe axa y(ΣΔy) trebuie să fie zero, adică:

$\Sigma \Delta x=0$ $\Sigma \Delta y=0$

În realitate, această condiţie nu va fi îndeplinită niciodată, din cauza impreciziei măsurătorilor, deci se vor obţine valori diferite care vor fi tocmai eroarea de neînchidere pe cele două axe:

Pentru a se obţine eroarea unitară, erorile de neînchidere în x şi y se împart la lungimea desfăşurată a laturilor drumuirii, adică la suma lungimii laturilor (ΣD=0). Corecţia se aplică pentru fiecare punct în parte. Pentru situaţia din figura 50, corecţiile vor fi:

$c \Delta x_1= - (e_x / \Sigma D)*D_1$ $c \Delta y_1= - (e_y / \Sigma D)*D_1$
$c \Delta x_2= - (e_x / \Sigma D)*D_2$ $c \Delta y_2= - (e_y / \Sigma D)*D_2$, etc.

Fig. 62. Calculul cotelor punctelor de drămuire.

[..]

Fig. 63. Calculul coordonatelor punctelor de radiere; originea sistemului se găseşte în punctul de drumuire din care nu fost date radierile.

[1] Ciurileanu, 1954 sau Agapie, 1958.

[..]

REDACTAREA MATERTALELOR CARTOGRAFICE

Atît măsurătorilor de teren cît şi prelucrarea lor prin calcul conduc la determinarea coordonatelor unor puncte care, reprezentate grafic la o anume scară, ne ajută să reconstituim imaginea micşorată, proporţională şi convenţională a unei peşteri sau aven. Într-o primă etapă vom obţine doar scheletul acestei imagini, pe care, apoi, îl vom completa cu ajutorul crochiului întocmit în paralel cu măsurătorile şi cu ajutorul adnotărilor marginale. În scopul obţinerii unor detalieri suplimentare morfologice, hidrologice etc, planul realizat este confruntat cu realitatea terenului şi completat la faţa locului.

Pentru a obţine reprezentări grafice fidele, care să poată fi „citite" de orice speolog, este necesar să folosim un limbaj grafic comun, adică aceleaşi metode de reprezentare şi aceleaşi semne convenţionale, alegînd o scară ţie proporţie adecvată.

ALEGEREA SCĂRII DE PROPORŢII ŞI A DIMENSIUNILOR PLANULUI

Scara de proporţie este elementul care, ales în funcţie de dimensiunile şi complexitatea peşterii, determină acurateţea reprezentărilor grafice. Desigur, înainte de a avea planul unei peşteri nu putem cunoaşte extensia acesteia şi nici distribuţia spaţială a cavernamentului. Reţelele labirintice nu pot fi văzute în spaţiu înainte de a le reprezenta grafic. Cunoscînd orientarea generală a unei peşteri şi lungimea cumulată a galeriilor pe o anume direcţie, putem aproxima dimensiunile planului, în funcţie de scara de proporţie aleasă. Astfel, Peştera Mariei (judeţul Gorj) are o orientare generală SE-NV, cu o lungime cumulată a laturilor drumuirii principale de 1612 m. Putem aprecia deci că această peşteră va putea fi desenată într-un dreptunghi a cărui diagonală are valoarea amintită, transformată la scară. Deci, pentru scara 1: 2.000, diagonala dreptunghiului va fi de 80 cm, iar primul punct de drumuire se va poziţiona în apropierea colţului sud-estic.

Folosind coordonatele rectangulare relative (originea sistemului se consideră la intrarea în peşteră), se poate stabili cu precizie suprafaţa reală a planului în care se înscrie reţeaua, precum şi poziţia punctului ei de origine. Se procedează astfel: (1) se caută în carnetul de calcul[1] valorile extreme pe direcţia lui x şi y; (2) se reprezintă aceste valori - cu semnul corespunzător— pe un sistem de axe rectangulare, la o scară cuprinsă între 1: 5 000-1: 25 000; (3) se trasează paralele la axa opusă prin fiecare din cele patru puncte obţinute, acestea delimitînd un dreptunghi în care se va înscrie desenul. Intersecţia celor două axe va materializa poziţia punctului de origine a reţelei, adică punctul prim al drumuirii.

Fig. 64. Stabilirea formatului şi dimensiunilor planului şi a poziţiei punctului de origine al reţelei.

În figura 64, este prezentat modul în care s-a stabilit formatul de desen pentru Peştera Topolniţa. Valorile extreme în acest caz au fost: +x-= 1 097,5, -x=028,43, +y=541,40, -y=344,21. S-a delimitat astfel un dreptunghi cu laturi de 1 726x885 m (făcînd suma pe x şi y, indiferent de semn).

După stabilirea suprafeţei reale în care se încadrează reţeaua speologică, se poate alege scara de proporţie şi formatul optim, avînd în vedere dimensiunile şi configuraţia cavernamentului, precum şi scopul pentru care se întocmeşte planul.

În tabelul 4, indicăm scările şi formalele optime ale planurilor, în funcţie de dezvoltarea şi denivelarea golurilor carstice.

Galeriile supraetajate, care pe plan se suprapun complicind desenul, sau sectoarele în care desenul devine neclar din cauza scării, se pot desena separat, la o scară mai mare decît cea a planului. Pe fiecare plan se va preciza direcţia nordului magnetic (NM) sau a nordului geografic.

Tabelul 4

SCARA ŞI DIMENSIONAREA FORMATELOR PLANURILOR ÎN FUNCŢIE DE DENIVELAREA SAU DEZVOLTAREA REŢELEI

Dezvoltarea [m]	Denivelarea [m]	Scara de proportxie	Simbolul formatelor STAS 1-76	Dimensiunile formatelor [mm]
10-50	10-50	1:100 1:200	A_4, A_3	210x297 297x420

[1] vezi Anexa 2.

	50-100	1:100 1:100	A_3, A_2	297 X 420 420 X 594
50-500		1:200 1:500	A_2, A,	420 X 594 594X841
	100-500	1:200 1:500	$A_{1;}$ A_O	594X841 841X1.189
500-5000		1:1000 1:2000	A_1, A_O	534X841 841X1.189
	peste 500	1:500 1:1000	A_O, 2 A_O	841X1189 1189X1682
peste 5000		1:2000 1:5000	2 A_O, 4 A_O	1189X1682 1682X2378

REDACTAREA PLANURILOR CU AJUTORUL COORDONATELOR POLARE

Orientarea magnetică şi distanţa redusă la orizontală sînt elemente suficiente pentru construirea planului unei peşteri, utilizînd o riglă gradată (sau riglă de scări) şi un raportor, gradat identic cu busola folosită în teren. Se procedează astfel: (1) se transformă distanţele la scara pe care o vom folosi; (2) se materializează pe coala milimetrică direcţia nordului magnetic (NM); (3) se poziţionează primul punct de staţie, în funcţie de orientarea generală a peşterii (ex. în coltxul stînga-jos dacă peştera se dezvoltaa spre NE); (4) se trasează cu raportorul orientarea sub care s-a măsurat punctul de drumuire, din punctul de pornire şi se trece pe această direcţie distanţa redusă la orizontală pînă la punctul 1. În acest mod am poziţionat pe plan punctul 1 de drumuire, precum şi latura 0—1. Dacă din punctul de staţie 1 am efectuat, radieri, ele vor fi poziţionate în acelaşi mod. În cazul în care pe latura 0—7 s-au dat perpendiculare (metoda echerică) procedăm astfel: (1) marcăm pe latura 0—1 distanta pînă la prima perpendiculară ; (2) la capătul segmentului, ridicăm o perpendiculară spre unul din pereţi sau spre amîndoi, trecînd pe acestea distanţele măsurate în teren şi reduse la orizontală; (3) procedăm identic cu următoarele perpendiculare. În acest mod obţinem direcţia galeriei între punctele de staţie 0—1, precum şi punctele de contur; prin unirea celor din urmă, trasăm conturul galeriei.

Din punctul 1 de drumuire trasăm orientarea măsurată spre punctul 2, apoi materializăm pe această direcţie distantxa redusă la orizontală dintre punctele 1—2. Vom proceda identic pentru toate punctele de drumuire, radiere şi echerare, obtxinînd în final conturul galeriilor.

Această metodă de redactare a planurilor conduce la acumularea progresivă de erori de reprezentare grafică, erori determinate de imprecizia raportorului sau a transpunerii distanţelor şi orientărilor. Poziţionarea eronată a unui singur punct de drumuire va determina deplasarea punctelor următoare în sensul erorii (fig. 65). În cazul unei drumuiri închise, eroarea de neînchidere se determină grafic, aceasta fiind amplificată sau diminuată de erorile de desen.

REDACTAREA PLANURILOR CU AJUTORUL COORDONATELOR RECTANGULARE

Metoda necesită calcule suplimentare, pentru transformarea coordonatelor polare în coordonate rectangulare. După obţinerea acestora, se alege formatul cel mai potrivit şi se alege poziţia optimă a primului punct pe hîrtia milimetrică (vezi fig. 64), punct care va.fi originea sistemului de coordonate relative la care se vor raporta toate celelalte puncte. În continuare, se va proceda în felul următor: (1) se trasează sistemul de coordonate prin punctul de origine, cu nordul pe axa x şi estul pe axa y; (2) se divizează convenabil cele două axe în funcţie de scara aleasă; (3) se ia pe axa x coordonata primului punct de drumuire şi se ridică o perpendiculară la aceasta; (4) se ia pe axa y coordonata aceluiaşi punct şi se ridicaa a doua perpendiculară; intersecţia perpendicularelor va materializa poziţia în plan a primului punct de drumuire. Precedînd identic pentru toate punctele, se va obţine traseul drumuirii, în funcţie de care se vor poziţiona toate detaliile obţinute prin alte metode de ridicări topografice. Această metodă elimină erorile de transpunere grafică. Dacă în etapa de calcul coordonatele unui punct, au fost determinate eronat, eroarea se va transmite în continuare tuturor punctelor.

Fig. 65. Deplasarea drumuirii sxi sensul erorii de poziţionare a unui punct, în cazul redactării planului în coordonate polare.

REALIZAREA PROFILELOR LONGITUDINALE

Planurile de peşteră trebuie completate cu elemente altimetrice (cote, curbe de nivel) pentru a avea reprezentată şi dimensiunea verticală. Grafic, această ultimă dimensiune se redă suplimentar cu ajutorul profilelor longitudinale şi a secţiunilor transversale.

Profilul longitudinal al unei peşteri său aven se construieşte, în modul următor: (1) se calculează suma laturilor (Σd) şi diferenţa maximă de cotă (Δz_{max}) pentru drumuirea în lungul căreia se va executa profilul şi se alege scara de proporţie; (2) se trasează pe hîrtie milimetrică un sistem de axe rectangulare şi se divizează, în funcţie de scară, lungimile fiind pe orizontală iar cotele pe verticală; (3) se marchează pe axa orizontală lungimile reduse la orizontală ale fiecărei laturi de drumuire în succesiune normală; (4) se ridică perpendiculare din fiecare punct (fig. 66) pînă se intersectează linia corespunzătoare cotei punctului; (5) unind aceste puncte. se obţine linia podelei; (6) se marchează deasupra podelei înălţimea galeriei redusă la scară; (7) unind punctele obţinute se trasează linia tavanului.

Se observă faptul că profilele longitudinale de acest gen nu ilustrează modificările de direcţie ale galeriilor, fiecare tronson fiind proiectat pe un plan vertical paralel cu axa tronsonului.

REALIZAREA VEDERILOR ÎN PERSPECTIVAA[1]

Cea mai bună vizualizare a unei reţele subterane cu oarecare grad de complexitate se poate obţine cu ajutorul vederilor în perspectivă. Pentru aceasta, se presupune că punctul din care privim este situat la infinit, în lungul unei drepte cu panta α, şi cu orientare (γ) astfel aleasă încît să asigure cea mai bună vedere de ansamblu (fig. 67).

Coordonatele rectangulare (X, Y, Z) ale fiecărui punct de drumuire, calculate în modul prezentat anterior se transformă în coordonate cu care vom opera (X', Y', Z') cu ajutorul relaţiilor:

$$X' = -X\cos + y\sin\theta$$
$$Y' = -X\sin\alpha - Y\sin\alpha + Z\cos\alpha$$

Noile coordonate se vor reprezenta grafic pe două drepte perpendiculare, obţinînd vederea în perspocl ivă a diumuirii. Volumul de calcul este însă apreciabil.

Fig. 66. Construirea profilului longitudinal al unei galerii.

Fig. 67. Situarea punctului de observaţie pentru executarea proiecţiilor în vedere perspectivă.

Fig. 68. Vederea în perspectivă a unui cub, din prelungirea diagonalei OP.

Vederea în perspectivii a drumuirii, deci a reţelei subterane, poate fi realizată evitînd calculele, direct prin construcţie grafică. Pentru a înţelege modul de realizare a perspectivei, să ne imaginăm reţeaua subterană inclusă într-un cub de calcar ale cărui fetxe TXOY şi VZWP sînt orizontale, iar celelalte verticale (fig. 68). Dacă privim acest cub dintr-un punct aflat în prelungirea diagonalei OP, vor fi vizibile trei feţe ale căror muchii şi suprafeţe sînt egale. Ca urmare, scara lungimilor va fi aceeaşi pe direcţia axelor OX, OY şi OZ, deci perspectiva este izometrică.

Fig. 69. Proiecţia drumuirii pe o axă rectangulară de referinţă.

Fig. 70. Realizarea proiecţiei tn vedere perspectivă a unei drumuiri (după Marbach G., Rocourt J.L., 1980).

Fig. 71. Stabilirea direcţiei nord, pentru executarea unei vederi în perspectivă.

Într-o primă etapă, se reprezintă grafic drumuirea la o scară convenabilă pe un sistem rectangular de axe. Vom considera că axa de observaţie se află pe direcţia nordului, deoarece pe această direcţie galeriile sînt foarte vizibile. În acest caz, axa rectangulară de referinţă va fi perpendiculară pe direcţia nordului, fiind de fapt axa est-vest. Din punctele O, A, B, C, D...J ale drumuirii se ridică perpendiculare pe axa rectangulară de referinţă, obţinînd punctele a, b, c, d.. j (fig. 69). Pentru a obţine vederea perspectivă se va trasa axa de referinţă în perspectivă, aceasta făcînd un unghi de 30° cu direcţia est-vest (fig. 70). Pe noua axă se vor transpune distanţele o—a, a—b, b—c...i—j, obţinînd punctele o', a',b',... ....j'. Din punctul o' se trasează un segment de dreaptă, care face un unghi de 120° cu axa de referinţă în perspectivă, iar apoi din punctele următoare (a', b', c'...j') se duc paralele la aceasta. Pe primul segment, cel care porneşte din punctul o' (fig. 70) se trece distanţa oO din figura 69 obţinînd punctul O' care va fi imaginea punctului O în perspectivă izornctrică. Din punctul a' se trece distanţa aA din figura 69 obţinînd pumctul A': Deci

[1] Metodă descrisă după Marbach G, Rocourt J. L., 1980

segmentele oO, aA, bB....jJ din figura 69 sînt egale în lungime cu segmentele o'O', a'A', b'B',...,j'J' din figura 70. Din punctul A se trasează o verticală pe care se trece la scară denivelarea dintre punctele O şi A ale drumuirii, obţinînd punctul A". Se procedează similar pentru obţinerea punctului B', clar pe verticala coborîtă din acesta va fi trecută la scară denivelarea totală dintre O şi B (deci $\Delta z_{O-A} + \Delta z_{A-B}$), obţinînd punctul B". Procedînd identic pentru toate punctele drumuirii, se realizează proiecţia în perspectivă a acesteia, pe care se vor trece conturul şi unele elemente de detaliu. La trasarea conturului se va ţine cont şi de deformările în perspectivă; conturul circular al unei galerii, va avea în perspectivă o formă elipsoidală.

Cînd axa de referinţă este alta decît est-vest sau nord-sud, pentru determinarea direcţiei în perspectivă a nordului se procedează astfel (fig. 71): (1) se figurează în plan direcţia nordului faţa de un sistem rectangular; (2) se aleg două puncte S şi N pe direcţia nordului, iar punctul N se proiectează pe axa rectangulară în punctul n; (3) trecînd prin aceleaşi transformări ca în exemplul precedent se obţine direcţia S'—N', care va fi direcţia sud-nord în perspectivă izometricaa.

DESENAREA MATERIALELOR. SEMNE GRAFICE CONVENŢIONALE

Se va acorda o atenţie deosebită desenului. Acesta trebuie să fie îngrijit, să aibă calităţi estetice, să fie clar, uşor de perceput. Se va ţine cont de principiul generalizării cartografice care presupune simplificarea şi sintetizarea conţinutului planului, în scopul obţinerii unei reprezentări fidele dar clare a realităţii din teren. În consecinţă vor fi selecţionate numai elemente semnificative, care pot ajuta la redarea unui aspect important, evitînd aglomerarea de semne. Se va evita şi situaţia contrară cînd pe plan rămîn adevărate pete albe.

În cazul reţelelor subterane polietajate, fiecare etaj va fi reprezentat cu o culoare sau cu o anumită grosime de linie. Toate elementele geologice, morfologice, hidrologice etc. se redau cu ajutorul semnelor grafice convenţionale. Indiferent de adnotările sau simbolurile folosite pe schiţa de teren, redactarea finală a planului se va face folosind o iconografie conică, pe care o prezentăm în această lucrare (Anexa 3).

Pe planul final vor fi trecute următoarele date suplimentare: denumirea peşterii, numărul de catalog, echipa topografică şi anul în care s-a efectuat ridicarea, instrumentele folosite, autorul planului, dezvoltarea şi denivelarea reţelei. Se va menţiona scara de proporţie (grafică, în cazul în care planul va suporta o reducere) şi va fi trecută direcţia nordului (magnetic sau geografic). După realizarea în curat a desenului pe calc, în vederea unei eventuale multiplicări, scopul final al ridicărilor topografice a fost atins: s-a obţinut imaginea grafică a reţelei subterane.

CAPITOLUL 4. FOTOGRAFIA SPEOLOGICAA

Explorînd un domeniu insolit, într-un univers de fenomene şi forme ce nu pot fi pe deplin înfăţişate prin cuvinte sau reprezentări grafice, echipa de speologi trebuie să aducă la lumina zilei imagini cît mai convingătoare. Fotografia este o completare necesară hărţii şi descrierii unei peşteri. Ea umple golul existent între comunicarea prin simboluri — desene şi cuvinte, în care intervine dubla subiectivitate, a celui care le consemnează, dar şi a celui care le citeşte — şi comunicarea mai directă, cea a clişeului, în care subiectivitatea se reduce mult, atît la cel care realizează imaginea şi, cu atît mai mult, la cel care o priveşte.

Harta şi textul de prezentare a unei peşteri dau o idee exactă asupra elementelor ei cantitative (dimensiuni, inventar de forme), dar oferă numai o reprezentare relativă a unor aspecte calitative, cum ar fi raportul spaţial dintre forme, volumul, textura, structura şi culoarea lor, elemente care devin relevante numai prin fotografie.

În afară de informaţia documentară, fotografia poate provoca o emoţie artistică sau poate sprijini investigaţia ştiinţifică. De aceea, în funcţie de scopul pe care îl urmărim, putem vorbi de trei categorii distincte de fotografii în peşteri:

FOTOGRAFIA DOCUMENTARĂ

Trebuie să fie cît mai clară şi să surprindă aspecte semnificative privind morfologia şi umplutura peşterii. Ea presupune o dotare tehnică şi cunoştinţe medii din domeniul fotografiei, dar şi o aprofundată cunoaştere a speologiei (în mod ideal, la nivelul acestui ghid sau al lucrării „Relieful carstic'"). Prezenţa unui etalon (un speolog, o lampă) este adesea necesară. Imaginile rezultate vor însoţi fişa peşterii, articolul destinat publicării sau, ca diapozitive, o comunicare ştiinţifică.

Puternic concurată de spectacolele, cu diapozitive, frumoase dar efemere, fotografia documentară a fost neglijată în ultima vreme. Efortul sistematic al speologilor exploratori sau cartografi nu beneficiază decît sporadic de aparatul fotografic. Miile de planuri de peşteră din cadastrul naţional nu sînt decît rareori însoţite de fotografii. Această lacună va putea fi acoperită numai dacă unul dintre membrii echipei va dispune de un simplu aparat încărcat cu peliculă alb-negru. În cele mai multe situaţii lămpile electrice sau cele cu carbid sînt suficiente pentru a expune corect clişeul. Cu un echipament sumar, prin urmare, la care se vor adăuga cunoştinţele prezentate în continuare, credem că se poate aspira la realizarea unor fotografii documentare de calitate.

FOTOGRAFIA ŞTIINŢIFICĂ

Acest gen presupune o competenţă tehnică avansată, dublată de cunoştinţe de ordin ştiinţific. Serii de imagini realizate prin apropierea succesivă de subiect, detalii însoţite de o scară etalonată precis (de obicei, o riglă), subiecte de interes arheologic, biologic, paleontologic, fotografiate sistematic şi din unghiuri diferite, sînt exemple de aplicare a acestui gen.

FOTOGRAFIA ARTISTICĂ

Peşterile oferă larga posibilitate de distribuire controlată a luminii, ele fiind un studio mineral guvernat de cel mai deplin întuneric.

Între cele trei categorii de imagini fotografice poate exista, desigur, un cîmp larg de suprapunere. Fotografia ştiinţifică este deopotrivă şi documentară, iar o imagine perfect ilustrativă, explicită, nu exclude creativitatea şi emoţia. O fotografie speologică este reuşită însă numai dacă răspunde scopului pentru care a fost realizată

APARATUL FOTOGRAFIC

Orice aparat echipat cu un obiectiv cu diafragmă reglabilă şi cu timpul B, poate fi folosit cu succes. Dacă este pe alese, atunci scopul urmărit va fi — alături, desigur, de cost — jalonul principal. Sînt mulţi începători care se ghidează după principiul „totul sau nimic" şi nu pornesc la lucru decît după o impresionantă înzestrare tehnică. Este mult mai normal să se înceapă cu puţin şi, pe măsură ce se cîştigă experienţă lucrînd, să se diversifice şi aparatura.

Trecem, pe scurt, în revistă cîteva clase de aparate, cu avantajele şi dezavantajele lor.

a) Aparatele reflex monoobiectiv pe format îngust (Zenit, Praktika, Canon, Nikon etc.) sînt

printre cele mai răspîndite. *Avantaje majore*: vizarea prin obiectiv, posibilitatea schimbării obiectivelor şi inelelor, dimensiuni reduse, rezervă mare de film. *Dezavantaje*: fragilitatea obturatoarelor cu perdea şi preţul — ambele sporind o dată cu gradul (uneori excesiv) de automatizare.

b) Clasa aparatelor reflex biobiectiv pe format mediu (6x6) include modele destul de răspîndite (Scagull, Flexaret, Yashica mat). Putem aminti aici „Trabantul" fotografiei, aparatul „Lubitel", dar şi Mercedesul clasei — aparatul Rolleiflex. *Avantaje*: aparate în general robuste, cu obiective de calitate şi sisteme de vizare foarte comode pentru speologie, pentru că permit urmărirea subiectului în timpul expunerii — fapt de mare importanţă în fotografierea arhitecturii subterane, care se recompune pe vizor prin segmente iluminate succesiv; lupa măritoare înlesneşte punerea la punct în condiţii de semiobscuritate; formatul pătrat elimină delicata chestiune a opţiunii „pe lat" său „pe lung" de la formatul mic. Ca *dezavantaje* importante menţionăm rezerva limitată de imagini a filmului 6x6 (12 poziţii) şi cvasiimposibilitatea modificării focalei.

c) Acest ultim neajuns este eliminat la aparatele reflex monoobiectiv pe format 6x6 (Pentacon sau Hasselblad), care pot folosi o gamă variată de obiective şi accesorii.

d) Parcă anume pentru speologie s-au construit, în ultimii ani, aparate compacte, etanşe, simple în construcţie şi manipulare, fiabile în condiţii foarte vitrege. (Nikonos I—V, Aquamatic, Fujica HD). Ele împlinesc visul speologului reporter, funcţionînd perfect după ce au fost tîrîte prin nisip şi noroi, scufundate la cîţiva metri sub apă, sau băgate în zăpadă. Uneori, sînt cuplate cu mini-bilţuri compacte şi la fel de etanşe. Deocamdată nu sînt foarte accesibile.

e) Dacă bugetul nu vă permite să alegeţi nimic din cele prezentate atunci vă sugerăm să căutaţi în podul bunicului dumneavoastră. Dacă aveţi noroc, veţi găsi acolo un vechi aparat cu burduf, un Zeiss, Ikonta sau Agfa. După ce-l veţi curăţa de praf şi fire de păianjen veţi descoperi dedesupt un obturator funcţionînd cu precizie de ceasornic şi un obiectiv făcut după reţetele vechilor maeştri, care, pe formatul 6x9 va da imagini de o calitate greu de egalat. P

PELICULA

Arma o dată "desprinsă din cui, să vedem ce luăm ca muniţie. Prima opţiune, alb-negru sau color, va depinde tot de scop şi de preţ. Procesul alb-negru este mult mai accesibil, fotograful va putea lucra mai degajat, făcînd experienţe şi tratînd acelaşi subiect în mai multe variante. Imaginile selecţionate vor constitui un fel de „carnet de schiţe" şi vor putea documenta harta şi fişa peşterii sau articolele trimise spre publicare. Filmele Azo de 18, 21, şi 24 DIN pot fi folosite cu încredere. Este recomandată pentru ele o developare compensată, eventual într-un revelator din două componente, pentru a avea o bun.1 densitate, concomitent cu o bogăţie de tonuri, foarte necesare în fotografia subterană unde lumina este adesea dură. Copierea se va face de preferinţă mai contrastă. Pentru a obtxine rezultate cît mai bune, este foarte importantă respectarea regimului de developare (temperatură/timp). O calitate deosebită se poale obţine folosind negative Agfa şi, mai ales, Ilford.

În ciuda preţului ridicat, foarte mulţi fotografi preferă pelicule color, mult mai la modă în această perioadă de ofensivă a limbajului vizual. Deşi tehnica colorului este mai pretenţioasă, el este mai „indulgent" cu lipsa de pricepere său de inspiraţie a fotografului.

Cele mai multe avantaje sînt de partea diapozitivului: imaginea prin transparenţă place ochiului, procesul de prelucrare este relativ simplu, diapozitivele se pot proiecta simultan în faţa unui mare număr de persoane şi tot după diapozitive, îndeosebi după cele de format mediu şi mare (cel puţin 6 x 6) se tipăresc fotografiile color din albume, cărţi, calendare, vederi etc. Totodată, copierea diapozitivelor direct pe hîrtia color reversibilă este tot mai răspîndită.

Trecînd peste obstacole legate de o anumită conjunctură a pieţii, precizăm că astăzi se generalizează utilizarea diapozitivelor legate de procesul de developare EG (Ektachrome, Fujichrome, Agfacrome). Acestea se produc într-o gamă variată de sensibilităţi, între 15 DIN (50 ASA), foarte indicate pentru peisaje la lumina zilei şi 33 DIN (1600 ASA), potrivite pentru reportaje în condiţii de lumină foarte slabă. Există sortimente pentru lumina de zi (tipul D-daylight), sau lumină de becuri cu filament (tipul T-tungsten).

Developarea se poate face în orice laborator, folosind seturi de prelucrare EG, balansul cromatic depinzînd foarte mult de respectarea timpului, a temperaturii şi a pH-ului primului revelator.

În txara noastră se mai utilizează diapozitivele Orwochrome, uneori foarte bune, dar care din

cauza contrastului ridicat şi a dominantelor calde nu sînt potrivite pentru orice subiect subteran, iar calitatea peliculei şi a developării este inegală.

În ceea ce priveşte filmele negativ color, constatăm şi aici generalizarea filmelor cu proces de developare CM 41[1] (Agfacolor, Kodakcolor, Fujicolor, etc.), deşi se mai folosesc cu bune rezultate şi tipurile ORWO Nc. 19 sau Nc. 21.

Deoarece fiecare tip de peliculă îşi are particularităţile şi subtilităţile ei de expunere şi developare este bine să se lucreze cît mai mult cu acelasxi tip.

SURSA DE LUMINAA

Exceptînd portalurile peşterilor, de altfel subiecte foarte generoase, fotografia speologică se caracterizează prin dependenţa exclusivă de sursele de lumină artificială. Felul şi puterea acestora va depinde de scopul urmărit.

LAMPA DE CARBID

Este o sursă pe care o avem orîcnd asupra noastră. Ea permite fotografierea pe alb-negru a unor spaţii de pînă la cîţiva metri. Stabilirea expunerii se va face cu un exponometru sensibil sau prin încercări. Se va ţine seama că în timpul expunerii (care poate dura de la zeci de secunde la zeci de minute), intensitatea flăcării se poate modifica. Lumina de acetilenă este plastică, învăluitoare şi.poate da imagini excelente. Deoarece lumina lămpii dă o dominantă caldă pe filmul color (mai intensă pe filmul de tip D) este utilizată mai mult pentru obţinerea de efecte cromatice.

LAMPA ELECTRICAA MINIERĂ SAU LANTERNĂ

Acestea sînt cele mai potrivite mijloace pentrii a fotografia detalii, mai ales cristale, atît pe film AN cît şi color tip T, cu care este relativ acordată. Lămpile electrice fac parte, de asemenea, din dotarea curentă a echipei. Cu ele se poate „picta" cu lumină, detaşînd de fond unele formaţiuni care nu s-ar putea fotografia la o lumină puternică, procedîndu-se la „amputarea" cu bisturiul razei lanternei a acelor părţi ale subiectului care nu meritaa expuse. Tehnica aceasta necesită un bun exponometru sau cel puţin o scară etalonată prin încercări. Orientativ, menţionăm că spotul de faza mare al lămpii miniere R.D.G., aplicat de la o distanţă de 0,5 m, pe un mănunchi de cristale deschise la culoare, cere expuneri de 2—4 secunde, pentru o diafragmă de 11 şi sensibilitate 18 DIN.

În categoria surselor pe care le putem avea cu noi, oricum amintim „lumogazul" — lămpi cu sită metalică alimentate de buteliile de voiaj, (o variantă mai modernă Petromaxului Un lumogaz poate furniza o putere de pînă la 100 W.

COBOLDUL

Este o lampă hologen afimentată cu baterii sau acumulatori, preluată din arsenalul cinematografic. Constă dintr-o magazie cu acumulatori Ni-Cd care legaţi în serie pot furniza 12, 24 sau 30 volţi, alimentînd becuri halogen de 55 pînă la 250 W.

Coboldul este foarte scump, dar investiţia iniţială se amortizează bine dacă este folosit raţional şi din plin. Cu coboldul se pot ilumina sălile vaste. Pe un film de lumină artificială expunerile sînt de numai cîteva secunde, pentru dimensiuni de 20—30 m. Un mare avantaj îl constituie posibilitatea regiei luminii şi măsurării expunerii, astfel că procentul de „reuşite" este mult mai ridicat. Lumina este plină, subiectul este „învăluit" pe îndelete de ea, contrastele se atenuează.

La color, trebuie să se ţină seama de modificarea temperaturii de culoare, odată cu descărcarea bateriilor.

BLIŢUL

Această sursă dă lumina instantanee, atît de necesară realizării reportajelor. Cu cît este mai puternic, cu atît cresc şi posibilităţile fotografului. Puterea bliţului, exprimată prin numărul-ghid (NG), este produsul dintre distanţa (D) subiect-bliţ şi diafragma aleasă (f), pentru a expune corect subiectul pe un film de 21 DIN într-un spaţiu gri-deschis, care reflectă cca 25% din lumina emisaa de bliţ (NG —D.f).

Într-o peştera se poate conta mai rar pe sporul de 25%, deci numărul-ghid trebuie corectat cel puţin cu acest procent (în funcţie de albedoului textura, pereţilor galeriei). Acest inconvenient este, eliminat

[1] Pe acelaşi proces se bazează şi filmele Azocolor, aflate în fază de testare.

la tipurile moderne, computerizate. Reamintim că pentru filmul color, bliţul este acordat cu tipul D (lumină de zi) sxi nu cu cel T (luminaa artificialaa) asxa cum s-ar crede la prima vedere.

MAGNEXIUL

Sub forma de pulbere, magneziul ţine mai mult de o fazaa arhaică a fotografiei în peşteri. Fiind un mijloc puternic poluant al mediului subteran, mai multe federaţii naţionale de speologie au interzis folosirea magneziu cu ardere liberă, punct de vedere la care ne aliniem şi noi.

Becurile cu filament de magneziu, produse într-o mare varietate de sortimente, dau o lumină foarte bună în tonuri plăcute şi culori strălucitoare. Puterea tipurilor obişnuite este de obicei între NG ==20—30, dar există sortimente cu ardere lentă (2,5 sec.) produse de firma Sylvania, care ating puterea extraordinară de NG—180. Cu astfel de becuri s-au putut fotografia cele mai mari săli subterane din lume, cu dimensiuni de sute de metri. Preţul şi dificultatea procurării becurilor cu magneziu creşte exponenţial cu puterea luminoasă.

ACCESORII ŞI PROTECŢIA APARATURII

Cele mai importante accesorii sînt trepiedul şi cu blocare, faară de care nu s-ar putea face fotografiile subterane prin metoda „Open-Flash" (obturatorul T, cu timp de expunere nelimitat).

În fotografia documentară expeditivă fără pretenţii, un trepied metalic telescopic şi de mici dimensiuni, echipat cu o „nucă" bunaa, sau cap mobil, asigură o stabilitate rezonabilă pentru un aparat nu prea greu. Pentru fotografii mai pretenţioase şi, mai ales, pentru cei ce folosesc aparate grele şi scumpe, subliniem necesitatea utilizării unui trepied foarte stabil, chiar dată este mult mai greu şi mai incomod la transport. Declanşatoarele flexibile cu cămaşă metalică sînt mult mai rezistente. Totdeauna este bine saa avem un declanşator de rezervă. Protecţia aparaturii reprezintă o problemă aparte, specifică fotografiei speologice, Se recomandă cutii cu pereţii rigizi din plastic său aluminiu, căptuşite cu buurete sau stiropor. În compartimentele de jos ale cutiei vor sta obiectivele şi aparatul, iar în capac filmele, filtrele, alte accesorii. Nu va lipsi setul de şervete de bumbac şi pensule moi pentru combaterea celor, doi inamici ai aparaturii în peşteră: praful şi umezeala

EXPEDIŢIA FOTOGRATICĂ

Avem tot arsenalul: aparat, trepied, bliţ, proiectoare şi lămpi, filme, accesorii etc. Adunate, ocupă un geamantan greu. La plecare în expediţie, pentru a şti ce luăm neapărat cu noi, trebuie să cunoştem măcar cu aproximaţie răspunsul la întrebările; ce? cu cine? cît timp? cu ce scop? Analizăm cîteva scenarii:

Plecăm la Peştera cu Helictite, unde ne aşteaptă 50 m de galerie ticsită de coralite şi cristale. Vom lua un trepied solid, teleobiectivul şi inelele de apropiere, lampa electrică, exponometrul şi mult film, căci asemenea subiecte sînt mîncătoare de imagini. Vom putea lucra foarte bine singuri sau, cel mult, cu încă un coechipier, dotat cu răbdare şi imaginaţie.

Lucrînd cîteva ore tihnite, vom realiza un snop de fotografii bune poate chiar „artistice".

Cîteva sugestii de regie pentru situaţia de mai sus. Exceptînd unele imagini de ansamblu, mai documentare, ne vom concentra asupra detaliilor. Fantezia naturii va fi completată de imaginaţia noastră. Ne vom alege puncte de staţie în care să ne putem mişca în voie, fără a sparge cristalele de lîngă noi. Apoi, subiectul ales va fi încadrat cît mai strîns, lăsînd în afara cîmpului detaliile inutile. Cu spotul lanternei vom alege prin vizorul aparatului cea mai avantajoasă iluminare: frontală— dacă ne interesează detaliile de structură şi culoare ale subiectului; laterală - dacă ne interesează textura sa şi jocul de umbre; din spate (contre-jour), dacă contează mai mult forma, conturul exterior al subiectului şi dorim ca fundalul să fie negru. Apoi calculăm expunerea, ajutîndu-ne, dacă e posibil, cu un exponometru. Declanşăm, avînd grija ca în timpul expunerii să nu clintim aparatul şi trepiedul, să nu respirăm prea aproape de lentile, să nu plimbăm vreo lumină prin faţa obiectivului. Dacă subiectul ni se pare foarte fotogenic, merită să repetăm fotografia cu alte regii de lumină sau cu alte expuneii.

Din cutia de „trucuri" folosite de maeştri în astfel de ocazii, reţinem două: detaliile arată mai bine cînd sînt umede şi, dacă în peşteră e secetă, se poate folosi un „şpriţ" - micaa pompaa de plastic care pulverizează apă. Alteori se simte nevoia materializării vidului prea negru din jurul subiectului. Aburul respiraţiei suflat spre subiect va da, la lumina bliţului, o irizare albăstruie.

Alt scenariu. Mergem în Peştera Fără Nume, o cavitate banală descoperitaa recent. O intrare de 3 m, în tîrîş, un neînsemnat pîrîu subteran. Este totuşi cea mai mare descoperire a clubului din această vară. Ne fotografiem coechipierii pregătindu-şi echipamentul în faţa intrării năpădite de vegetaţie. După primii

metri întoarcem capul şi, în conturul de lumină filtrată printre ferigi, de la gura peşterii, vedem speologii intrînd cu frontalele aprinse. O alta imagine posibilaa.

Iată, de un colţ de stîncă spînzură un liliac adormit. O poză interesantă se conturează: în primul plan, clar, liliacul; în planul îndepărtat, neclar, speologul păşind pragul întunericului. Imaginea intră deja în zona artisticului, necesită deci osteneala a 2—3 variante. Urmează tîrîsxul. Ne angajăm primii, pentru a ne aştepta pe partea cealaltă camarazii cu aparatul -pregătit, căci forma regulată a conductului, asociată chipurilor încordate ale celor ce se extrag din el, merită a fi înregistrate pe peliculă. Săliţa care urmează nu e mare, are cam 10 m diametru, dar e cea mai spaţioasă din această peşteră. Pe podea, blocurile formează un haos mineral şi sălbatic. Punem grandangularul şi, dintr-un punct mai ridicat, fotografiem această ruină geologică. În ultimul plan, 1 — 2 personaje cu frontalele aprinse pot constitui o scară potrivită.

Urmează Galeria cu Stalagmite. Cîteva formaţiuni, comune dar intacte, se înşiră pe 10 m de galerie. Pentru a „scoate ceva" din ele vom recurge (eventual) la o regie mai complicată. Ne aşezăm în staţie astfel încît să avem cîteva formaţiuni în prim-plan, care vor rămîne neluminate „înrămînd" cadrul şi dînd senzaţia de adîncime. Apoi ne oprim asupra a două planuri mai semnificative pe care le expunem. Între ele, din nou întuneric. În continuare, ne întîmpină un culoar fără concreţiuni, dar calcarul spălat păstrează în el martorii forţei de roadele a apei: linguriţe, terase, nişe. Angajat în ramonaj, coechipierul din faţa noastră va da o lumină mascată la pieptul său, desenînd astfel conturul elegant al diaclazei. Dacă este nevoie, un alt coechipier, ecranat de cel în ramonaj, va da simultan o lumină spre direcţia aparatului care va scoate discret în evidenţă basorelieful pereţilor uzi (sau udaţi).

Pătrundem într-o altă săliţa cu speleoteme, dar ghinion ! Echipa ajunsă înaintea noastraa a făcut aici popas, umplînd locul cu aburii denşi ai respiraţiei şi cu fumul ţigărilor.

Nu ne dăm bătuţi. Vom face.o fotografie cu lumini date în contre-jour. Speleotemele se vor decupa difuz, pe fundalul cetxii abăstrui, creînd o atmosferă de vis. Cu asta s-au terminat, aparent, ansamblurile. Dar, privite prin vizor, geometria fisurilor din calcar, un mănunchi de galeţi lustruiţi din patul pîrîului, un oscior prins în crusta de calcit, forma curioasă a unui pilier, vin să întregească personalitatea Peşterii Fără Nume.

Iată acum un scenariu complet diferit. Vom face reportajul expediţiei de forţare a Hornului Argilos din Peştera cu Cascade. Ştim de la început că nu va fi timp pentru regii complicate şi nici nu ne vom putea bizui prea mult pe ajutorul celorlalţi. Aparatele cît mai bine protejate contra apei, un parasolar anti-stropi, bliţ cît mai puternic, filme sensibile. În mod ideal, încă un bliţ dotat cu telecomandă prin senzor, care va sta la pieptul unuia dintre exploratorii dispuşi să „coopereze". Reuşita va depinde de rapiditatea cu care îi vom mitralia cu bliţuri pe speologii, în acţiune, în pasajele cele mai spectaculoase şi mai semnificative. Dacă alpiniştii nu au talent dramatic, surprinderea lor prin instantanee este preferabilă unor regii de tipul: „fă-te că tragi de coardă", „fă-te că admiri cascada", căci eşecul acestor contrafaceri e asigurat.

În sfîrşit, un alt caz deosebit. Avem misiunea de a fotografia Sala Infernului din Peştera cu Ecouri. Trebuie să fixăm pe peliculă o adevărată noapte fără stele, de 100x50x50 m. Luăm cu noi trepiedul solid, grandangularul, una sau două lămpi halogen, alimentate de acumulatori Ni-Cd sau baterii de maşină, ori bliţ foarte puternic, sau un ciorchine de becuri cu magneziu. Ştiind însă că fiecare poză ne va lua cîteva zeci de minute, nu ne trebuie prea multă peliculă. 2—3 coechipieri ne vor fi necesari pentru a sta în cadru şi pentru a da luminaa. La regia imaginii acordăm o atenţie deosebită amplasamentului şi poziţiei personajului-etalon, care va fi de obicei mai vizibil decupat pe un fond de lumină. Pentru a-l descoperi mai uşor în imagine, este bine să dea de la distanţă un bliţ spre obiectiv, bliţ care va apărea ca o mică stea albastră. Lumina se va repartiza cît mai uniform pentru a nu supraexpune suprafeţele prea apropiate de bliţ. În asemenea spaţii ample, detaliile turei şi un cod de comunicare acustic sau vizual pentru comenzi cum ar fi: aprindere, stingere, mai la dreapta etc. se stabilesc anticipat cu coechipierii.

În încheierea acestei analize de scenarii, trebuie să subliniem caa fiecare peşteră este un mic univers de subiecte şi de situaţii, întunericul total este un serios handicap tehnic, dar o excelentă premisă pentru creativitate. Fotograful speolog nu trebuie să aştepte răsăritul sau apusul, ceaţa, ploaia, evenimentul. Le poate aduce oricînd cu el, le poate combina în infinite chipuri în studioul mineral. El este permanent împresurat de elementele fundamentale: timpul şi clipa, întunericul şi lumina, devenirea şi distrugerea.

Fotograful subteran este martorul discret al clepsidrei din adîncul pămîntului. Ignorarea acestui tîlc şi statut, este cea mai bană metodă de risipă a timpului şi peliculei.

Nu există reţete pentru fotografiile bune, dar există un principiu ce nu trebuie uitat; fotografia este un limbaj, ea comunică enuntxuri. Cu cît enunţurile exprimabile prin propoziţii vor fi mai clare, cu atît abordarea va fi mai directă, vom şti mai bine ce avem, de făcut şi ce tehnică este mai potrivită. Să dăm din nou cîteva exemple. Am ajuns într-o sală mare, şi dorim s-o fotografiem. Enunţul principal al fotografiei

poate fi „Această sală e uriaşă". Deci, vom aşeza un personaj astfel încît să pară cît mai micşorat, vom folosi un grandaugular cît mai puternic, vom da efecte de umbre şi clar-obscur care saa sublinieze volumul copleşitor. Subiectul „Marele Puţ" reclamă un unghi, o regie prin care hăul vertical să mistuie coarda, să „amenințe" speologul suspendat în gol. „Pădurea de stalagmite" sugerează aglomerarea, bogăţia minerală. Vom încerca saa fotografiem printr-un teleobiectiv, care, prin comprimarea planurilor, ar permite acest lucru. Sau „Bivuacul subteran". Ne gîndim să fotografiem de mai departe, pentru a asocia decorului mineral, rece, neprimitor cortul şi celelalte obiecte casnice, sugerînd efemera căldură umană.

Dacă este adevărat că fiecare imagine îşi are propria ei idee şi modalitate de abordare tehnică şi artistică, nu înseamnă că nu putem da totuşi cîteva sfaturi generale. Vom proceda invers, sugerînd cîteva metode sigure de compromitere a expediţiei fotografice:

— luaţi în rucsaci toată dotarea de acasă: cît mai multe aparate, diverse filme, filtre, accesorii complicate şi ambitxionaţi-vă să le folosiţi pe toate;
— porniţi în echipe numeroase; luptaţi-vă pentru un.punct de staţie, călcînd peste materialele celor din jur; ascultaţi de ordinele fotografului-sergent: „la dreapta- la stînga", „culcat", „diafragma 5,6". Expuneţi docil, la o.regie de lumini care avantazează pe unul şi intraa în obiectiv la toţi ceilalţi;
— aşteptaţi cîte o oră pînă cînd toţi îşi împachetează sau despachetează aparatele. Nu gîndiţi, nu simţiţi independent, folosiţi peştera doar ca un pretext pentru tocarea peliculei şi lungi şuete tehnico-fotografice.
— porniţi la lucru cît mai obosiţi, după o noapte petrecută în tren. Echipa de explorare şi cartare va putea lucra în aceste condiţii, dar fotograful nu va avea acel confort intelectual necesar unor bune idei; căraţi cît mai multe ore aparatele în adîncul peşterii, socotind că veţi trage totul, pe întoarcere;
— zgîrciţi-vă cît mai mult la peliculă. După ce aţi cheltuit timpul şi banii voştri şi ai coechipierilor, pentru a ajunge departe sub pămînt, descoperiţi că pelicula e preţioasă şi trageţi cît mai puţine imagini. Nu repetaţi, nu experimentaţi, nu insistaţi, ieşiţi cît mai repede afară, cu 7 poze expuse, pentru a nu avea de unde alege;
— însoţiţi-vă în expediţie cu ajutoare neîndemînatice, plictisite, nervoase, friguroase; vorbiţi cît mai mult despre fotografie dar practicaţi cît mai puţin;
— automulţumiţi-vă ! Îndată ce aţi ajuns la 20 de imagini lizibile, nu mai insistaţî, nu fortxatxi mîna hazardului. Facetxi din ele 3 diasonuri cu muzică de Vangelis, cîteva expoziţii personale şi un ciclu de articole şi conferinţe pe tema „Măestria în fotografia subterană";
— nu citiţi cărţi despre fotografic şi speologic, nici acest ghid; repetaţi toate greşelile înaintaşilor, descoperiri altele noi şi astfel, din esxec în eşec, ajungeţi la completa descurajare

CAPITOLUL 5. SAA OCROTIM PESXTERA

Pătrundem în subteranele Terrei, peşteri sau avene, chemaţi de dorinţa de cunoaştere, de aventură sau de frumos şi, nu în ultimul rînd, de necesitatea de a înţelege şi explica, din cît mai multe puncte de vedere, mecanismele complexe de factură geologică, hidrologică, biologică etc; care guvernează lumea subterană, cu alte cuvinte, pentru cercetare ştiinţifică. Mai adăugăm la cele de mai sus şi speoturismul, fie el organizat sau nu, care atrage în peşteri un număr tot mai mare de oameni, cu profesiuni şi vîrste diferite, dar mai ales cu un nivel foarte diferit de înţelegere a mediului natural. Trebuie să ţinem seama de faptul caa deplasarea speologilor sau a nespeologilor se face într-un univers fragil, aflat într-un echilibru precar, echilibru fizic şi biologic fundamental dobîndit după o evoluţie lentă, desfăşurată pe parcursul a zeci sau sute de mii de ani.

Ca şi la suprafaţa planetei, activitatea umană din subteran poate duce la distrugerea brutală, ireversibilă sau la declanşarea unui regres al stării naturale de echilibru, prin acţiuni voluntare sau inconştiente. Fiecare peşteră constituie o entitate bine definită şi are o valoare intrinsecă pe care specialistul de astăzi său cel de mîine o va descifrat.

În ţara noastră, o peşteră din zece are o valoare ştiinţifică sau peisagistică naţională sau internaţională. Unele dintre acestea sînt declarate monumente ale naturii sau rezervaţii ştiinţifice, prin HCM sau decizii ale forurilor judeţene, dar toate trebuie protejate ca părţi integrante ale mediului natural.[1]

Nu ne vom opri, cu acest prilej, asupra acelor elemente care conferă valoare unei cavităţi carstice, ele fiind pe larg analizate în lucrarea „Omul şi peştera" (Bleahu M. 1978), scopul demersului nostru fiind să arătăm ce şi cum trebuie făcut pentru a le păstra integritatea.

O primă categorie de acţiuni, cu un pronunţat caracter preventiv, este de competenţa exclusivă a speologilor, a căror activitate se supune, printre altele, şi unor norme de protecţie a peşterilor. În acest sens, subliniem eficienţa menţinerii discreţiei asupra amplasării şi caracteristicilor obiectivelor speologice cu valoare deosebită. Informaţiile referitoare la ele nu vor fi difuzate în presă, prin radio sau televiziune şi nu vor face obiectul unor conferinţe de largă popularizare. Asemenea obiective speologice vor avea o accesibilitate limitată şi controlată cu stricteţe de către speologi-custozi. În categoria activităţilor preventive putem include şi echiparea intrărilor de peşteră cu porţi rezistente (ale căror chei vor fi păstrate de persoane autorizate), verificarea periodică a stării acestora, precum şi prezenţa unor echipe în preajma intrărilor, în zilele cu trafic turistic intens.

Pericolul principal pentru paastrarea intergritatxii peşterilor îl constituie turismul neorganizat, indiferent de forma lui de manifestare. Aceasta, deoarece grupurile de turişti „ad-hoc", nu cunosc, iar dacă cunosc ignoră premeditat comportamentul preventiv, civilizat faţă de natura, Aşa cum la suprafaţă trecerea lor este vizibil marcată de resturi alimentare, ambalaje felurite, arbuşti devastaţi, trecerea lor prin peşteri este concretizata prin abandonarea de gunoaie, iscălituri pe pereţi şi, realitate mult mai gravă, prin devastarea sistematică a concreţiunilor.

Peşterile nu sînt feuda speologilor, tărîmul privilegiat în care doar ei au acces, chiar dacă reprezintă — fără doar şi poate —domeniul lor de activitate. Peşterile pot fi vizitate de turişti organizaţi sau nu, dar totxi, speologi şi nespeologi, trebuie să le ocrotească..Existaa pesxteri amenajate, pentru circulaţia turistică, acestea constituind o ilustrare a modului în care poate fi îmbinată necesitatea de protecţie, cu cu dorintxa de practicare a speoturismului, există peşter neamenajate, accesibile faară echipament special şi care pot fi vizitate pe anumite porţiuni, dar există şi goluri subterane în care chiar activitatea speologilor este limitată şi controlată riguros.

Indiferent de scopul pentru care pătrundem în peşteri şi avene — pentru explorare, cartare, fotografiere, cercetare, ştiinţifică sau simpla vizită în calitate de turişti - trebuie respectate cîteva reguli de compartament şi anume:

1. Nu vor fi introduse şi lăsate în subteran materiale poluante ale solului, apei şi aerului, iar deşeurile de orice natură vor fi depozitate în saci de polietilena care vor fi scoşi la suprafaţă;
2. Nici un element care aparţine peşterii, indiferent dacă acesta este un cristal, sediment fosil sau vieţuitoare nu va fi scos din subteran. Peşterile trebuie considerate muzee naturale şi, în consecinţa, vor fi păstrate intacte; ele aparţin, deopotrivă şi generaţiilor viitoare

[1] Peşterile se află sub incidenţa Legii nr. 9/1973 iar protecţia lor constituie o obligaţie pentru fiecare cetaaţean al ţării.

3. Deplasarea în subteran se va face pe un traseu unic, în şir, ocolind cu atenţie atît locurile periculoase, cît şi cele care prezintă un interes peisagistic (zone concreţionate) sau ştiinţific (depozite mineralogice, arheologice, paleontologice, faunistice). Acest traseu poate fi marcat discret cu materiale autohtone.
4. Se vor folosi numai surse de lumină nepoluaute (lămpi cu acetilenă sau electrice), dar care au şi o intensitate bună.
5. Dorinţa de-a imortaliza trecerea noastră printr-o peşteră prin iscălituri, desene sau săgeţi nu va fi exprimată pe albul concreţiunilor, nici pe tavanul sau pereţii galeriilor; singurele manifestări artistice de acest gen unanim apreciate şi, în consecinţă, protejate şi conservate, aparţin strămoşilor noştri care foloseau peştera ca adăpost.

Nu putem încheia aceasta scurtă pledoarie pentru protecţia peşterilor, fără a semnala existenţa unei categorii aparte de „nespeologi" — spărgătorii de porţi — în faţa cărora cedează cele mai rezistente încuietori şi betoane. Ei sfidează legile care protejează natura. Există un singur remediu, drastic dar eficient, împotriva pornirilor distructive ale acestora: blocarea temporară a intrării printr-o surpare artificială. Ne întrebăm şi astăzi — o facem de mulţi ani, de altfel, — de ce sînt necesare asemenea soluţii radicale şi ce trebuie făcut pentru ca cea mai trainică poartaa să fie conştiinţa tuturor.

CAPITOLUL 6 .EVIDENTXA SPEOLOGICĂ

Speologii, prin activitatea desfăşurată în decursul anilor, devin deţinătorii unor interesante, şi importante date despre peşterile pe care le-au explorat şi cercetat. Dacă aceştia nu au consemnat, prin publicare, informaţiile şi. concluziile despre obiectivele prospectate, curînd munca lor va fi dată uitării, pierzîndu-se astfel o mare cantitate de date speologice inedite. Şi astfel, o parte dintre speologii generaţiilor următoare va trebui saa ia totul de la capăt, descoperind ceea ce de fapt se cunoştea, prospectînd ceea ce fusese demult început. Şi o vor face, dacă nu mai bine, în mod sigur mai repede şi mai lesne, ei fiind beneficiarii unor cunoştinţe, tehnici şi metode noi. Dar, o dată cu trecerea timpului, se poate schimba şi peştera; în unele reţele subterane se petrec, frecvent, fenomene spectaculoase — inundaţii, prăbuşiri, captări: altele se degradează, sînt distruse de turişti sau pot dispărea prin astuparea intrării, situaţie în care orice informaţie a predecesoriilor devine un document de neînlocuit.

Cum o astfel de soartă au avut-o numeroase peşteri, pentru salvarea informaţiei speologice s-a ajuns, în timp, de la timide contabilizări regionale ale golurilor subterane, la apariţia unei noi discipline evidenţa speologică şi la crearea, în toate ţările, a unor bănci de date specializate.

ROLUL ŞI SCOPUL EVIDENŢEI SPEOLOGICE

Prin evidenţă speologică s-a înţeles, întotdeauna, înregistrarea informaţiilor despre peşteri. Limitată, iniţial, la simple consemnări de descoperiri şi descoperitori, o astfel de preocupare era considerată o activitate speologică colaterală, cu nuanţă derizorie. O dată cu diversificarea preocupărilor speologice şi antrenarea unui număr din ce în ce mai mare de persoane în exploatarea şi cercetarea intensivă a peşterilor ori carstului, a devenit o necesitate, de prim ordin, existenţa unui sector specializat în unificarea, stocarea şi circulaţia informaţiei speologice.

În momentul de faţă, evidenţa peşterilor nu mai este un hobby sau un scop în sine. Ea reprezintă o treaptă indispensabilă în cunoaşterea speologică, situată la interferenţa dintre documentatxie, prospecţiune sau investigarea directă a domeniului subteran şi interpretarea rezultatelor. Rolul său s-a extins, de la inventarierea peşterilor unei regiuni carstice, la salvarea şi sistematizarea ansamblului informaţiei speologice referitoare la teritoriul respectiv. Aceasta a presupus, în primul rînd, unificarea şi standardizarea metodelor şi tehnicilor utilizate în prospecţiunea speologică, iar apoi găsirea mijloacelor de asigurare a colectării informaţiei speologice dispersată în diverse publicaţii, la diferite persoane, grupuri de exploratori sau instituţii.

Evidenţa speologică trebuie astfel organizată încît ea saa nu se limiteze numai la o simplă primire şi stocare a informaţiilor. Datele despre peşteri presupun o permanentă sistematizare şi actualizare în vederea asigurării unui flux informaţional continuu, atît între diversele persoane sau instituţii interesate, cît şi între diferitele discipline şi activităţi speologice.

În ţara noastră, o astfel de evidenţă a fost organizată, pe plan naţional, prin „Catalogul peşterilor" din cadrul Cadastrului carstului din România, existent la Institutul de Speologie „Emil Racoviţă". Speologul explorator şi prospector căruia i se adresează această carte, pentru a-şi integra activitatea în cunoaşterea generală a peşterilor, va trebui să ştie cum se întocmeşte o evidenţă a peşterilor prospectate şi, mai ales, prin ce mijloace poate colabora cu evidenţa centralizată, astfel încît descoperirile şi informaţiile sale să devină un bun cîştigat şi saa rămînă în timp; Pentru toate acestea, recomandăm îndeplinirea a patru condiţii esenţiale.

a) în primul rînd, să adopte terminologia speologică ştiinţifică, singurul limbaj prin care poate avea acces deplin la informaţia speologică (indiferent de natura ei) şi prin care informaţiile sale pot fi utilizate. În acest scop, parcurgerea unor cărţi şi reviste de speologie este indispensabilă.

b) Să-şi însuşească corect şi să aplice metodele şi tehnicile de prospecţiune speologică. El va trebui să ştie: să carteze, să măsoare dimensiunile sau alţi parametri ai golului subteran, să localizeze, să descrie o peşteră şi, eventual, să facă fotografii în subteran. Explicarea acestor operaţii constituie, de fapt, principalul obiectiv al cărţii de faţă, dar fără o practică susţinută pe lîngă speologi experimentaţi şi fără absolvirea unor cursuri de speologie efectuarea lor rămîne dificilă.

c) Să cunoască principiile şi criteriile pe care se bazează evidenţa speologică şi să apeleze la sistemul unificat de realizare a acesteia.

d) Să respecte întru-totul etica speologică, atît în ceea ce priveşte protecţia şi conservarea peşterilor, cît şi în

legătură cu dreptul de prioritate pentru continuarea explorării sau cercetării unei peşteri descoperite sau a unei zone luate în lucru de către un anumit grup de speologi.

Prin înscrierea şi activitatea desfăşurată într-unul dintre numeroasele cercuri sau cluburi de speologie, realizarea acestor condiţii s-ar ‚rezolva de la sine.

DENUMIREA PESXTERILOR

În momentul cînd se descoperă o peşteră sau un aven, acestuia i se daa un nume —*speonim*. Peşterile mai vechi sînt cunoscute sau au fost publicate sub mai multe nume. Dintre acestea se consideră ca denumire a peşterii speonimul cel mai logic şi mai utilizat. Celelalte nume, cu o circulaţie mai restrînsă, indiferent dacă sînt utilizate încă sau dacă au rămas numai ca simple menţionări bibliografice, se consideră sinonime ale denumirii şi se înregistrează ca atare.

Un speonim se compune din termenul morfologic, fie în forma cultă - peşteră, aven, reţea, sistem — fie în forma populară — gaură, gură, şură, hudă, poşişlău, hududău, hoancă etc. —şi speonimul propriu-zis, între care se interpun sau nu cuvinte de legătură (Peştera din Strîmtură; Peştera cu Cristale; Peştera de la Moară).

Orice denumire de peşteraa devine un toponim al regiunii în care ea este situată şi un mijloc de localizare sau indentificare. Corectitudinea şi valabilitatea acesteia va depinde, prin urmare, de posibilitatea ei de integrare în toponimia locală, de puterea sa de sugestie şi de rezistenţă în timp. La acordarea denumirii este obligatoriu să se adopte numele, utilizat de localnici şi numai în lipsa acestuia să se „boteze" peştera. Există denumiri locale care se repetă des, chiar în cadrul unei zone restrînse (ex. Gaura Mare, Peştera Rece), situaţii în care, pentru precizare se va adăuga şi denumirea, locului de amplasare (ex. Gaura Mare din Poiana.Florilor). Cînd sîntem nevoiţi să dăm noi numele peşterii, vom utiliza, în primul rînd, numele locului în care ea este situată (Peştera din Valea Seacă), iar cînd acesta este insuficient vom apela la o caracteristică principală a reţelei subterane sau a amplasării peşterii (Peştera cu Apă din...; Peştera din Surplomba...; Peştera de sub Vîrful...) ori la numere de ordine (Peştera nr. l din Valea...).

Nu vor fi utilizate, în denumirea peşterilor, nume fanteziste, nume legate de evenimente din timpul explorării sau de repere locale care nu durează în timp (P. cu Pom; P. de lîngă Potecuţă) deoarece acestea îşi vor pierde curînd semnificaţia şi voi fi înlocuite, lungind inutil lista sinonimelor. Numele de persoane se utilizează numai dacă acestea sînt decedate şi au fost personalităţi de notorietate naţională.

SISTEMUL ZECIMAL DE INVENTARIERE A PESXTERILOR

Ţara noastră a adoptat, începînd cu 1976, sistemul zecimal de inventariere a peşterilor. Elaborat iniţial numai pentru regiunile calcaroase, prin completările ulterioare, el acoperă în prezent, întreaga suprafaţă a ţării susceptibilă de un potenţial speologic (vezi Anexa 4).

În baza acestui sistem, teritoriul este divizat în unităţi geografice (sau carstice) pînă la ordinul patru; fiecare diviziune în parte poartă un număr — numărul de catalog, alcătuit din maximum patru cifre.

Prima cifră indică mari regiuni geografice: l— Carpaţii Orientaţi; 2 = Carpaţii Meridionali; 3= Munţii Apuseni; 4= Depresiunea Transilvaniei; 5= Dobrogea; 6= Subcarpaţii; 7= Podişul Moldovenesc.

Delimitarea regiunilor a fost făcută după criteriul geologic, astfel încît limitele dintre regiunile carpatice sînt marcate de Valea Dimboviţei şi Valea Mureşului.

A două cifră semnifică subunităţile mariloi regiuni, delimitate, de regulă, pe criterii georgăfice. De exemplu, Dobrogea este sub împărţită în: 50= Dobrogea de Nord; 51— Dobrogea Centrală; 52= Dobrogea de Sud.

A treia cifraa desemnează unităţile de relief (munţi, dealuri, podişuri sxi bazine hidrografice pentru Munţii Apuseni, şi Dobrogea).

A patra cifră, adică ultima subdiviziune, se referă, după caz, la un masiv calcaros, la un bazin hidrografic sau la un sector carstic. Regiunile ce cuprind zone carstice au numărul de catalog format din patru cifre, iar celelalte numai din trei, peşterile celei de a doua categorii — peşterile în alte roci —fiind divizate suplimentar printr-o specificaţie litologică ce se scrie în faţa numărului de catalog, despărţită de acesta printr-o cratimă. Specificaţiile litologice sînt următoarele: 01 — pentru P. în sare; 02 —pentru P. în gips; 03 — pentru P. în conglomerate; 04 — pentru P. în gresii; 05 — pentru P. în aglomerate vulcanice; O6 — pentru P. în roci magmatice; 07 —pentru P. în şisturi cristaline;. 08 — pentru P. în loess. Tot printr-o specificaţie litologică — (00) — sunt diferentxiate şi peşterile localizate în tufuri calcaroase sxi travertin.

Peşterile sînt numerotate, începînd cu 1 în fiecare unitate teritorială desemnată prin numărul de catalog. Numărul de ordine al peşterii se scrie în spatele numărului de catalog, despărţit printr-o bară oblică. Specificaţia litologică, numărul de catalog şi numărul de ordine formează împreună numărul de cod al pesxterii care se noteazaa astfel:

1241/1 P. Ialomiţei

- ****/1 nr. peşterii
- ***1/* nr. bazinului Ialomiţei superioare
- **4*/* nr. Munţilor Bucegi
- *2**/* nr. grupei montane sudice a Carpaţilor Orientali
- 1***/* nr. Carpaţilor Orientali

CATALOGUL PEŞTERILOR

Catalogul peşterilor din România, înfiinţat în 1978, a avut; ca bază de plecare inventarele peşterilor, informaţia speologică existentă în publicaţii şi diverse materiale de arhivă. Cum peste 75% din peşterile care se cunosc astăzi în ţara noastră au fost descoperite, după 1978, de către membrii cercurilor de speologie, catalogul a fost adaptat să poată cuprinde în egală măsură, orice fel de informaţie speologică furnizată de aceşti harnici exploratori, chiar dacă ea este preliminată sau nu este întotdeauna riguros obţinută.

Toate activităţile speologice, indiferent dacă au scopuri explorative sau de cercetare, furnizează, fără o ordine prestabilită, informaţii ce îşi găsesc locul în diversele secţiuni ale catalogului peşterilor. Pentru colectarea lor sînt utilizate fişe şi formulare tip, cărora li se alătură cartări, haartxi de localizare, descrieri de peşteri, liste de date, fotografii şi, bineînţeles, informaţiile bibliografice. Cum informaţiile sînt cu atît mai corecte cu cît sînt obţinute mai direct, se pune un mare accent pe două tipuri de fişe ce pot fi completate de către orice persoană care efectuează o prospecţiune speologică. Fişele sînt concepute astfel încît să constituie, în egală măsură, un model detaliat şi universal de prospecţiune speologică, o formă de sistematizare, transmitere şi stocare a datelor.

FIŞA DE ANUNŢ ŞI CONFIRMARE

Prin această fişă se transmit datele referitoare la descoperiri explorarea şi cartarea peşterii, deci a unei prospecţiuni preliminare sau parţiale a acesteia. Ea este o modalitate de înregistrare a unei descoperiri şi de atribuire a unui număr de inventar peşterii. Numărul de cod se propune de către explorator şi este confirmat sau corectat de Institutul de Speologie.

Fişa se poate întocmi pentru: (a) descoperirea peşterii; (b) descoperirea unor continuări; (c) cartare său (d) recartarea unei peşteri şi cuprinde următoarele capitole şi anexe, necesare pentru identificarea, localizarea, cunoaşterea generală a peşterii şi a importanţei acesteia (vezi Anexa 5): elemente de identificare (număr de cod, nr. înregistrare, situaţia marcării); denumirea şi sinonimele; localizarea (unitatea litologică, unitatea de relief şi unitatea administrativă); deschiderile (număr, dimensiuni, morfologie, hidrografie); cota zero (parametri, mod de stabilire); etajele (număr, hidrografie, morfologie); parametri speometrici şi speografici (dezvoltare, extensie, denivelare etc., grad de precizie); importanţa şi gradul de conservare; schiţa de localizare; fotografia intrărilor); descrierea căii de acces şi a localizării; harta peşterii (plan, profil, secţiuni); harta zonei carstice; referinţe despre autori.

Prin intermediul acestei fişe, reprodusă în Anexa 5, orice persoană sau echipă de explorare îşi autentifică titlul de descoperitor al unei peşteri, iar cercurile de speologie îşi asigură anual prioritatea asupra prospecţiunii în anumite peşteri.

FISXA DE PEŞTERĂ

Fişa de peşteră se întocmeşte pentru cavităţile la care s-a încheiat atît explorarea, cît şi etapa de prospecţiune generală. Concepută sub forma unui dosar cu rubrici tipărite, ea înglobează o eventuală fişă de anunţ şi confirmare (anterioară) şi conţine, în completarea acesteia, datele şi elementele necesare unei caracterizări complexe a peşterii respective, sistematizate (după principalele domenii de cercetare speologică) în următoarele capitole: (1) identificarea; (2) situaţia geografică; (3) speometrie şi speografie; (4) geologie, morfologie; (5) hidrologie; (6) climatologie subterană; (7) biologie subterană; (8) arheologie, paleontologie; (9) intervenţia omului; (10) materiale, tehnici şi dificultăţi în explorare; (11) istoricul explorării şi prospecţiunii; (12) bibliografia peşterii.

Această fişă reprezintă documentul de bază al catalogului, pentru fiecare peşteră în parte. La

capitolele sus-menţionate pot fi inserate anexe cuprinzînd hărţi, descrieri, liste de date, rezultatul măsurătorilor şi observaţiilor, inventarierea formelor, fotografii, lucrări bibliografice. Fişa poate fi completată şi adusă la zi permanent, cu informaţia furnizată de activitatea speologică ulterioară.

PARTEA A II-A. EXPLORAREA SPEOLOGICĂ

Scopul principal al activităţii majorităţii speologilor sportivi îl constituie descoperirea şi explorarea de noi peşteri şi avene. Care idee poate fi mai seducătoare decît aceea de-a pătrunde într-o „lume nouă", în care primii paşi să fie ai noştri; ce poate fi mai captivant decît posibilitatea de-a împinge mai departe granitxa lumii cunoscute?

CAPITOLUL I. SPRE NOI DESCOPERIRI

Descoperira unei peşteri poate fi rezultatul hazardului sau a unei activităţi organizate, laborios pregătite. În România, suprafaţa ocupată de calcare este de 4 500 km^2, ceea ce înseamnă puţin comparativ cu Iugoslavia sau China, şi mult faţă de Bulgaria sau Finlanda. În anul 1976 se cunoşteau aproape 2000 de peşteri şi avene, faţă de cele 11 300 cît însumează în prezent cadastrul peşterilor din ţara noastră. Cele aproape 800 de cavităţi descoperite, în medie, pe an, sînt — în mare măsură — rezultatul unei prospecţiuni sistematice a suprafeţelor ocupate de rocile carstificabile, prospecţiune electuată de speologii amatori. Vom prezenta, în continuare, modalităţile, prin care poate fi reperată deschiderea unei pesxteri.

1. Obţinerea de informaţii despre peşteri şi avene, de la nespeologi sau din materiale publicate, prin:
   a) Informaţii de la localnici sau de la instituţii din zonă;
   b) Consultarea materialelor publicate (lucraari de geologie, geografie, ghiduri turistice, însemnaari de călătorie).
2. Prospecţiunea sistematică a suprafeţei calcarului:
   a) Documentare bibliograficaa preliminară prin studierea hărţilor geologice (areal, structură, aliniamente tectonice), topografice (caracteristicile terenului), geomorfologice (tipul reliefului), hidrologice (caracterul reţelei hidrologice, prezenţa izvoarelor), turistice (căi de acces, trasee). Studierea aerofotogramelor completează imaginea morfologiei şi accesibilităţii terenului, punînd uneori în evidenţă aliniamentele tectonice majore sau chiar prezenţa unor deschideri carstice. Pentru evitarea „redescoperirilor", se va consulta inventarul peşterilor şi se va stabili contactul cu grupările speologice din zonă. În acelaşi scop, echipele de prospecţiune vor avea asupra lor o hartă la scară mare, pe care se vor trece toate obiectivele cunoscute;
   b) Perimetrul care urmează să fie cercetat va fi subdivizat în suprafeţe geometrice, în funcţie de gradul de accesibilitate şi de numărul de membri ai echipelor;
   c) Parcurgerea terenului (prospecţiunea propriu-zisă) se face de către echipe alcătuite din 3—5 membri, care se deplasează desfăşuraţi în lanţ, menţinînd legătura între ei şi cercetînd succesiv fişii din perimetru. Unul dintre speologi va verifica periodic deplasarea corectă a echipei, cu ajutorul hărţii şi busolei. Pentru planificarea deplasărilor, se va avea în vedere faptul că perioadele cu precipitaţii abundente vor activa curgerea subterană, făcînd posibilă stabilirea legăturilor hidrogeologice existente între ponoare şi izvoarele din zonă, deci a direcţiei generale pe care se dezvoltă o peşteră. Dimpotrivă, în lunile secetoase, sifoanele se pot dezamorsa, iar intrările de peşteră cu înălţime redusă, devin uneori penetrabile.

      În această etapă, s-a dovedit foarte utilă cercetarea vizuală a unor versanţi de pe versantul opus. Dacă intrările în subteran se găsesc, de regulă, pe fundul unor doline, la baza sau pe suprafaţa pereţilor, ori pe firul văilor, ele pot saa apară şi în locuri comune, fără a fi trădate de un element diferit de ansamblul peisajului. După reperarea unei deschideri necunoscute, aceasta va fi poziţionată cît mai exact pe hartă, iar în secţiunea ei se va trece prima'parte a numărului de catalog. Dacă echipa are materiale adecvate pentru subteran, se poate întreprinde o explorare preliminară, după care se reia prospecţiunea de la suprafaţă.
3. Deobstructxii şi desifonări. Intrările unor peşteri şi avene abia descoperite, se dovedesc impenetrabile, datorită dimensiunilor reduse. Atunci cînd există indicii care confirmă existenţa în spatele lor a unor goluri mai ample (curent de aer, perspectiva pereţilor care se

îndepărteazaa, zborul liliecilor), efortul de a le degaja poate fi răsplătit din plin. Multe reţele subterane importante au fost descoperite în urma unor dezobstrucţii.

Deschiderile impenetrabile pot fi „încorsetate" de către roca în loc sau, secţiunea lor iniţială — în mod evident mai mare — este diminuată datorită acumulărilor de prăbuşiri, bolovăniş, materiale, fine (nisip, argilă), zăpadă şi gheaţa. Nu exista o metodă universală de îndepărtare a acestora, fiecare situaţie urmînd să fie rezolvată cu unelte şi metode alese, în funcţie de specificul ei. Se pot face însă cîteva recomandări.

Acumulările de blocuri, gheaţă sau zăpadă de la intrarea unui puţ se sprijină uneori pe un suport fragil care, îndepărtat din neatenţie, va declanşa prăbuşirea întregului volum de materiale aflate deasupra. Pentru evitarea acestui pericol, speologul va fi asigurat în coardă şi va îndepărta tot ce poate să cadă. Dacă spaţiul aflat sub dop este suficient de mare, materialele pot fi mobilizate cu ajutorul unei pîrghii rezistente, iar gravitaţia va face restul.

Dezobstrucţiile pe orizontală în acumulări de materiale se vor face în paralel cu montarea unei armături a tunelului, pe măsură ce se înaintează cu excavarea.

Blocurile cu dimensiuni mari pot fi deplasate pe orizontală sau verticală cu ajutorul unui sistem de scripeţi (vezi cap. 12, p. 207).

Înainte de a începe o acţiune de dezobstrucţie, este necesar să ajungem la concluzia, bine susţinută de argumente, că nu vom consuma inutil energie şi timp. Uneori, obstacolul dintre speolog şi peşteră este o acumulare de apă chiar la intrare sau pe traseul unei galerii. În lipsa unui speolog-scafandru, se poate încerca evacuarea apei (desifonarea) cu ajutorul unor recipiente, cu un furtun (folosind principiul sifonajului) sau prin pompare. Dacă acumularea este alimentată de un pîrîu, şansele de degajare a intrării (sau a sifonului) sînt nule.

CAPITOLUL 8. ORGANIZAREA TABERELOR SPEOLOGICE

Nu orice peşteră poate fi abordată într-o singură tură, fie aceasta, de 20 sau 30 de ore, cu atît mai mult cu cît activitatea de explorare în marile reţele orizontale sau verticale, cea de cartare sau dezobstrucţie solicită din plin organismul speologului. Efortul necesar pentru întoarcere poate fi adesea economisit şi folosit pentru înaintare, dacă se apelează la un bivuac sau tabără subterană, sau la tabere succesive. Deci, în funcţie ele dificultăţile şi dimensiunile reţelei, de scopul urmărit şi de mijloacele umane şi materiale de care dispunem, putem folosi următoarele formule de activitate în subteran, susţinute de bivuac sau tabără.

a) Tabăra exterioară, cînd se lucrează în zona din apropierea intrării sau în peşteri de dimensiuni reduse; timpul de întoarcere nu depăşeşte 1/4 din durata normală de activitate în subteran;
b) Bivuac sau tabără subterană, cînd la exterior nu sînt întrunite conditxii adecvate sau cînd reţeaua subterană are dimensiuni şi dificultăţi medii;
c) Tabără de bază la exterior (sau în subteran) şi tabere succesive în subteran, în marile reţele sau în cele cu dificultăţi extreme; distanţele dintre acestea nu trebuie să depăşească 6—8 ore de mers.

Organizarea unei acţiuni speologice cu ajutorul taberelor succesive trebuie să respecte următoarele cerinţe: (1) echipe succesive echipează corespunzător toate pasajele dificile ale traseului, semnalizînd vizibil locurile în care există pericolul de rătăcire, asigură transportarea materialelor şi instalarea taberelor; (2) fiecare tabără va fi dotată cu alimente, apă, materiale şi echipament de rezervă, surse de lumină, primus, combustibil, materiale termoizolante, saci de dormit, îmbrăcăminte de schimb, medicamente etc; (4) echipa de vîrf nu participă la activităţile anterioare, ea deplasîndu-se direct (sau în etape) pînă la tabăra cea mai înaintată; (5) legătura între tabăra de bază şi următoarele se va menţine telefonic sau (în lipsa echipamentului necesar) prin curier, în scopul coordonării acţiunilor, al eşalonării echipelor şi al comunicării situaţiei hidro-meteorologice de la suprafaţă; (6) retragerea taberelor se face în ordinea inversă instalării lor. Pentru evitarea pericolului de electrocutare, pe timp de furtună cu descărcări electrice, trebuie întreruptă legătura telefonică cu exteriorul.

Umezeala, frigul, nisipul, argila, nămolul, întunericul permanent, negreala bolovanilor uriaşi din jur, zgomotul asurzitor al cascadelor, al cursurilor de apa sau chiar liniştea deplină, demoralizează speologii şi le cauzează uneori dereglări funcţionale. De aceea, acoperişul colorat al unui cort bine izolat şi zumzetul unui primus care încălzeşte şi usucă aerul din jur şi pe care fierbe un ceai cald, creează o plăcută senzaţie de confort, contribuind la menţinerea unui tonus ridicat.

Bivuacul. Apariţia materialelor extrem de uşoare, cu un volum mic, foarte bune izolatoare a înlesnit, în ultimii ani, efectuarea bivuacului în condiţii optime chiar şi în peşteră. De aceea, mulţi speologi încercaţi renunţă să transporte echipamentul greoi şi voluminos necesar unei tabere şi se mulţumesc să petreacă mai multe nopţi folosind numai saci de bivuac, saltele izolatoare, foi sau saci termoreflectanţi şi hamacuri.

Se recomandă ca, atît în taberele subterane cît şi în timpul explorării, să se mănînce mai puţin dar mai des, intervalul optim fiind între 3— 4 ore, folosind cantităţi corespunzătoare de ceai dulce, supă şi alimente cu un conţinut mare de calorii (unt, sardele în ulei, slănină, şuncă, salam, miere, glucoza, dextroză, ciocolată, biscuiţi, dulceaţă, fructe uscate, nuci). Pentru calculul caloric al hranei, se va avea în vedere asigurarea a 66 de calorii pe oră, pentru orele de somn şi a 400 de calorii, pentru orele de activitate. Să nu uităm că organismul speologului are nevoie de o cantitate mărită de lichide calde, vitamine şi săruri minerale, dar şi de respectarea orelor de somn pentru refacere; după 2—3 zile de activitate în subteran, o zi de odihnă este foarte necesară.

O mare atenţie trebuie acordată igienei taberei. Gunoiul, carbidul şi bateriile uzate se strîng într-un sac de polietilenă, care va fi evacuat din peşteră la terminarea taberei.

CAPITOLUL 9. ECHIPAMENTUL SPEOLOGIC

Pentru a putea pătrunde în mediul rece, întunecos şi umed al peşterilor trebuie să posedăm un echipament individual şi colectiv adecvat, să stăpînim o tehnică de explorare eficientă şi sigură, care să ne garanteze reuşita înfruntării numeroaselor obstacole din subteran.

Precursorul speologiei moderne, francezul E.A. Martel, vizita peşterile în costum de seară, cu o luminare prinsă în panglica pălăriei. Astăzi, după aproape un secol avem la dispoziţie numeroase articole de echipament tehnic şi materiale proiectate şi executate special pentru speologi în faţa cărora foarte puţine

sînt obstacolele care nu pot fi depăşite. Ne propunem să nu prezentăm tot ce există la ora actuală în acest sens, ci să selectăm ceea ce este strict necesar în materie de echipament, ce trebuie să facem şi cum, pentru a asigura reuşita unei expediţii subterane.

ECHIPAMENTUL INDIVIDUAL

Este important să avem un echipament suplu, uşor şi durabil care să ne asigure un minim de confort. Nu trebuie să uităm că durata unei explorări şi rezultatele obţinute depind nemijlocit de acest lucru. Din acest motiv, vom utiliza o lenjerie de corp confecţionată din bumbac sau lînă, care îşi păstrează în mare măsură proprietăţile izolante, se usucă repede şi asigură schimbul de aer dintre organism şi mediu. Peste acestea vom avea, obligatoriu, un combinezon speologic, adică o piesă dintr-o singură bucată (bluză-pantalon), care se va închide cu un fermoar protejat. Combinezonul trebuie să fie confecţionat dintr-un material foarte rezistent dar suplu, putînd fi impermeabil sau nu. Cizmele din cauciuc pînă sub genunchi, cu talpă groasă şi cu un relief pronunţat, asigură o aderenţă bună pe rocă şi o protecţie adevărată împotriva umezelii, iar o pereche de mănuşi confecţionate din piele sau din acelaşi material cu combinezonul este foarte necesară în peşterile în care se înaintează tîrîş sau în care pereţii au multe asperităţi. În peşterile străbătute de rîuri subterane cizmele scurte sau chiar cele lungi pînă la şold risca saa fie rapid înecate într-o adîncitură mai pronunţată a albiei sau într-o cascadă. În asemenea situaţii se folosesc costume (semietanşe), confecţionate din neopren. Grosimea sau numărul pieselor de îmbrăcăminte va depinde de ritmul în care ne propunem să înaintăm şi, desigur, de temperatura peşterii. Orice exagerare în plus sau în minus va fi în detrimentul speologului, expus unei transpiraţii abundente sau unui frig pronunţat. Pentru turele mai lungi şi dificile este foarte utilă prezenţa unor haine de schimb (în special ciorapi, şosete de lînă şi maieu). De mare utilitate în situaţii dificile se dovedeşte folia de supravieţuire, o folie de material plastic cu dimensiuni de 2,20 m X l,40 m, metalizată în vid care, instalată deasupra corpului (cu faţa argintie spre interior) în momentele de repaus sau de oboseală acută, cînd poate apărea pericolul de hipotermie, evită pierderile de căldură, izolînd totodată speologul de aerul umed şi rece din peşteră. Avînd un volum redus şi o greutate derizorie (60 gr), acest accesoriu speologic indispensabil se poate, transporta între calota căştii de protecţie şi benzile de absorbţie a şocului.

CASCA DE PROTECŢIE

Necesitatea protejării capului într-o turaa speologică este evidentă, pericolele fiind foarte numeroase: diferite obstacole la înălţime mică (stalactite, proeminenţe ale tavanului) riscul alunecării urmat de o cădere, dar mai ales căderile de pietre mobilizate de un coechipier aflat într-o poziţie superioară. Epoca în care speologul se deplasează ţinînd în mînă o lanternă sau o lampă cu acetilenă este de domeniul trecutului; locul acestora este pe o cască, asigurînd astfel dirijarea luminii în direcţia în care privim, precum şi evitarea „orbirii" provocată de flacără. Deci, indiscutabil, speologul va purta o cască pe care se vor monta sursa sau sursele de lumină (fig. 72).

Există numeroase modele de caaşti utilizate astăzi în industrie, în construcţii sau în alpinism; oricare dintre acestea, poate fi folosită ca atare sau cu unele modificări, dar toate trebuie să răspundă următoarelor necesităţi: să absoarbă cît mai bine şocurile, să aibă o rezistenţă bună la perforare, să fie rezistentă la flacără şi să nu acopere urechile.

Amortizarea şocurilor este asigurată de benzile de absorbţie (chingile) montate în interiorul calotei, iar rezistenţa la perforare depinde de grosimea calotei şi de materialul din care este ea confecţionată. Pentru a asigura o ţinută bună a căştii pe cap, cureaua de fixare a acesteia sub bărbie nu va fi simplă, ci în formă de „Y", cu două puncte de fixate pe fiecare laterală a calotei.

SURSELE DE LUMINĂ

Fig. 72. Cască speologică de protecţie, cu lumină frontală mixtă.

Fără o sursă de lumină, accesul într-o peşteră nu este posibil; de calitatea acesteia depinde în mare măsură securitatea noastră. Singurele surse corespunzătoare lumii subterane, sînt cele alimentate electric sau cu acetilenă. Formula în care se folosesc ambele, deci un ecleraj mixt, este cea mai bună, calităţile lor devenind complementare.

Pentru a nu avea mîinile ocupate, generatorul de acetilenă se va purta la. brîu, gazul fiind condus la cască prin intermediul unui furtun adecvat. Atît becul (arzătorul de acetilenă), cît şi reflectorul electric se vor monta în partea anterioară a căştii, în timp ce bateria sau acumulatorul se vor fixa în partea posterioară. Acest tip de cască este denumit curent cască cu lumină frontală. Prevăzători, ne vom asigura totdeauna

carbidul şi bateriile de rezervă pentru cel puţin dublul perioadei de timp pe care intenţionăm să o petrecem în subteran.

În mai mare măsură decît oricare alte piese de echipament, sursele de lumină sînt vitale în speologie, ele trebuind să ţie robuste şi sigure; faară lumină, speologul avansat sau începător va fi în aceeaşi situaţie limită, adică imobilizat şi, deoarece în peşteră după noapte urmează altă noapte, singura rezolvare va fi o acţiune de salvare. Folosirea iluminatului improvizat de tip tortxă, său a lichidelor inflamabile este dăunătoare în egală măsură şi omului şi mediului subteran. Este bine ca în bagajul personal să existe o brichetă, chibrituri, o luminare şi o lanternă de rezervă, bine protejate împotriva transpiraţiei sau a unei băi neprevăzute.

Echipaţi cu cască de protecţie, surse de lumină, salopetă şi cizme, pot fi abordate doar peşterile simple, accesibile. O dată cu apariţia obstacolelor se majorează necesarul de echipament, de experienţă speologică, de antrenament şi, de ce nu, chiar de curaj. Cele mai multe probleme le ridică urcarea sau coborîrea unor obstacole verticale, precum puţurile sau hornurile subterane, cascadele cu apă sau săritorile; acestea pot fi depăşite cu un surplus de echipament individual sau colectiv, pe care îl prezentăm succint în continuare.

CENTURI

Orice acţiune de explorare efectuată cu ajutorul corzii sau scării speologice presupune folosirea obligatorie a centurilor, termen generic şi global care desemnează ansamblul de chingi (şi accesorii) dispuse în jurul corpului uman şi avînd drept scop repartizarea greutăţii acestuia sau a şocurilor, în diferite zone. Chingile, ţesute plat sau tubular din fire de poliamidă sau poliester, vor avea lăţimea de 4—5 cm la cele de bază şi 3 cm la cele de susţinere. Asamblarea chingilor se realizează cu ajutorul unor inele şi catarame metalice, sau prin cusături diagonale ori în zigzag; cusăturile longitudinale sau transversale sînt contraindicate, deoarece au o rezistenţă mult mai redusă.

Centura de piept (vestă) are rolul de a menţine corpul speologului în apropierea corzii, păstrînd această poziţie şi în cazul unei căderi neprevăzute, deci elimină riscul unei răsturnări pe spate. Din multitudinea de forme utilizate în prezent, cea mai eficientă şi comodă este centura în formă de opt (fig. 73). Centura şezutului (scaun), asamblată în jurul coapselor şi a taliei, trebuie să preia toată greutatea corpului în orice situaţie în care speologul este suspendat în coardă sau pe scara speologică. Deşi este dificil să recomandăm un model care să corespundă oricărui speolog indiferent de talia, greutatea sau temperamentul acestuia, ne asumăm riscul de-a considera centurile aşa-zise „cu construcţie deschisă", ca fiind cele mai indicate (fig. 73 a_2, b_2). Aceasta deoarece chiar la o solicitare maximă chingile nu se strîng progresiv, menţinîndu-se în poziţia în care au fost reglate pentru a corespunde fiecărui individ. Contrar unor afirmaţii potrivit cărora centura „scaun" trebuie pusă numai în momentul utilizării imediate, sîntem de părere că aceasta poate fi „îmbrăcată" chiar de la începutul unei explorări o dată cu restul echipamentului. Bine ajustată pe corp, ea va menţine combinezonul într-o poziţie care va permite o mai mare libertate de mişcare şi poate fi ataşată la coarda de urcare în orice moment, fără pregătiri prealabile.

Centura mixtă se poate obţine cuplînd cele două centuri cu ajutorul corzii, folosind nodul „în opt" (vezi fig. 89b_1,b_2). Acest ansamblu este indicat în acţiunile de căţărare. Dacă între vestă şi scaun se intercalează un blocator (cu ajutorul a două verigi rapide), se realizează o centură adecvată pentru urcarea pe coardă cu ajutorul blocatoarelor.

Indiferent de modul de asamblare, o astfel de centură trebuie să susţină greutatea corpului într-o poziţie comodă de şedere (scaun) păstrîndu-l în acelaşi timp cît mai apropiat de verticala corzii (vesta).

Fig. 73. a) Centuri pentru căţărare: — a_1 vestă, a_2 centura şezutului; b) centuri pentru urcare pe coardă — b_1 vestă, b_2 centura şezutului; c) lonje — c_1 din coardă, c_2 din chingă; d) bucle din cordelină pentru pedală — d_1 răsucită, d_2 încrucişată; e) scăriţa pentru escaladă; f) Cîrligul Fiffi.

Practica speologică a demonstrai că centurile combinate, confecţionate ca atare, deci care nu pot fi separate în cele două subansambluri, sînt incomode şi nu prezintă suficientă libertate de mişcare în acţiunile de explorare.

Cele trei imperative care trebuie respectate cu stricteţe în confecţionarea centurilor sînt: supleţea, rezistenţa chingilor şi cusăturilor precum şi o perfectă dimensionare în funcţie de gabaritul fiecăruia. Strîmte sau lejere, centurile sînt, în egală măsură, incomode şi nefuncţionale.

LONJE ŞI BUCLE

În cursul acţiunilor de parcurgere a verticalelor subterane, sînt numeroase situaţiile în care, pentru efectuarea unor manevre cu coarda sau cu restul echipamentului, trebuie să realizăm o poziţie sigură şi

relativ comodă (autoasigurare). Pentru aceasta vom folosi două bucăţi de chingă prevăzute cu inele metalice rezistente la ambele capete, denumite lonje, avînd o lungime de 50 cm şi 70 cm (fig. 73 c,). Racordate la centura şezutului prin intermediul verigii rapide sau a unei carabiniere cu mufă de siguranţă, capătul liber al lonjelor (prevăzute de asemenea cu o carabinieră) poate fi cuplat, de la caz la caz, pe coardă, la un piton sau în scara speologică, susţinînd perfect greutatea corpului. Lonjele pot fi confecţionate şi dintr-o bucată de coardă, cu o lungime corespunzătoare şi înnodată la capete (fig. 73 C_1).

Pentru rezolvarea unor situaţii inedite este necesar să avem permanent asupra noastră bucăţi de cordelină de diferite lungimi. Din două asemenea bucăţi vom confecţiona buclele care vor fi prinse cu un capăt de dispozitivul de urcare pe coardă, iar capătul liber va înfăşură laba piciorului în modul ilustrat de fig. 73 d. Această buclă denumită pedală, poate fi confecţionată şi din chingă de 3 cm lăţime.

SCĂRIŢA DE ESCALADĂ

Se foloseşte pentru depăşirea unor obstacole verticale sau chiar surplombate, fiind necesară în pereţii lipsiţi de prize şi ea permite speologului să stea timp mai îndelungat pentru baterea sau depăşirea unui piton. Scăriţa se agaţă în piton cu ajutorul unei carabiniere, Se confecţionează din cordelină înnodată sau din chingă cusută. Deşi mai grele, scăriţele realizate din cordelină şi 3—4 trepte rigide, sînt mai practice (fig. 73e). Pentru o recuperare mai uşoară a scăriţei după depăşirea ei, carabiniera introdusă la piton poate fi înlocuită cu un cîrlig de o formă aparte[1] (fig. 73 f), legat de centura speologului cu o cordelină subţire (3 mm).

În cursul diferitelor manevre cu coarda, între aceasta şi carabiniere se produce o frecare nedorită care nu numai că amplifică efortul fizic, dar determină şi o uzură prematură a corzii şi a carabinierelor. Frecarea poate fi sensibil diminuată utilizînd cîteva role (fig. 74 a). Atunci cînd sîntem nevoiţi să ridicăm greutăţi mari (ca de exemplu un coechipier aflat în dificultate), efortul direct amplificat de frecare poate depăşi posibilităţile noastre. Cu ajutorul rolelor şi a altor accesorii aflate obligatoriu în echipamentul speologic putem monta un sistem de scripeţi care va reduce de 2—9 ori efortul fizic direct (vezi Sisteme de tracţiune).

DISPOZITIVE PENTRU COBORÎRE PE COARDĂ

Alpiniştii au inventat şi perfecţionat diferite metode de coborîre rapidă pe coardă, denumite generic rapel, metode care presupun exercitarea unei frecări între coardă şi corpul uman, sau între coardă şi diverse accesorii (carabiniere, ciocan, piton). Speologii au preluat iniţial aceste metode, apoi nemulţumiţi de inconvenientele lor, şi-au creat propriile dispozitive de coborîre, cunoscute astăzi sub denumirea de coborîtoare. sau frîne. Confecţionate din oţeluri speciale sau din aliaje uşoare, acestea înlătură orice frecare pe corp şi asigură o securitate maximă cu un efort minim, putînd fi folosite pe tot felul de corzi, indiferent de diametrul lor. În funcţie de modul în care se realizează frecarea, distingem două categorii:

a) *Coborîtoare cu frînare limitată*, cu role statice (fig. 74 b_1, b_2) sau tipurile în formă de „opt" (fig. 74 b_3). Viteza de coborîre în rapel va depinde de greutatea speologului şi a corzii de sub coborîtor, de diametrul corzii şi mărimea dispozitivului, precum şi de unghiul pe care îl putem regla în funcţie de necesităţi. Astfel, un speolog de 70 kg va coborî mai încet decît unul de 85 kg pe aceeaşi coardă şi cu acelaşi dispozitiv, dar amîndoi vor trebui să-şi regleze viteza în funcţie de greutatea proprie şi de greutatea corzii care atîrnă sub ei; viteza creşte progresiv, pe măsură ce coarda rămasă este mai uşoară. Pentru obţinerea unei depline siguranţe în timpul efectuării rapelului, ambele tipuri de coborîtoare trebuie folosite numai în modul ilustrat, de noi, deci cu coarda introdusă printr-o carabinieră suplimentară. Destul de recent au fost confecţionate coborîtoare autoblocante cu role statice; scăpate de sub controlul speologului acestea se blochează brusc pe coardă, iar invers, dacă speologul intră în panică, el va strînge instinctiv pîrghia de blocare din dorinţa de-a se opri, realizînd de fapt o coborîre tot mai rapidă; Din acest motiv coborîtoarele autoblocante vor fi folosite numai de către speologi experimentaţi.

b) *Coborîtoare cu frînare reglabilă*, la care frecarea depinde de numărul de treceri ale corzii prin dispozitiv (fig. 74 b_4, b_5). Viteza de coborîre se poale regla indiferent de diametrul corzii sau de greutatea speologului, mărind sau micşorînd numărul de „înfăşurări" pe dispozitiv.

Fig. 74. a) Role pentru scripeţi — a_1 fixă, a_2 mobilă; b) dispozitive pentru coborîre pe coardă — b_1 cu role statice, b_2 trecerea corzii prin coborîtorul cu role statice, b_3 optul de rapel, b_4 Rappel Rack, b_5 coada de balenă.

[1] Cîrlig Fiffi

DISPOZITIVE PENTRU URCAREA PE COARDĂ (BLOCATOARE)

Dacă rapelul a fost inventat de către alpinişti, care au perfecţionat şi urcarea greoaie pe coardă folosind noduri speciale autoblocante, dispozitivele de urcare pot fi revendicate de către speologi. Specificul explorărilor speologice verticale în care pentru coborîre se folosea iniţial scara speologică, apoi rapelul Dulfer sau pe carabiniere, a determinat necesitatea construirii unor dispozitive utile şi eficiente de urcare, capabile să înlocuiască cu succes scara sau nodurile. Astfel, au apărut, s-au diversificat şi perfecţionat diferitele modele de blocatoare, confecţionate din oţel şi aliaje uşoare, avînd ca principiu de funcţionare culisarea liberă pe coardă (fără sarcină) şi blocarea automată în momentul solicitării lor în sens invers. Coarda, introdusă într-o piesă metalică în formă de „U", este presată într-un singur sens de deplasare de către un clichet mobil, acţionat de un arc sau o pîrghie. Numeroasele modele existente la ora actuală pot fi grupate (în funcţie de tipul constructiv) în două categorii: cu clichet şi arc (fig. 75 a—d) şi, cu clichet şi pîrghie (fig. 75 e, f). Dacă scopul iniţial pentru care au fost create era de urcare pe coardă, ulterior s-au descoperit numeroase alte utilizări, cum ar fi: ridicarea bagajelor grele, autoasigurarea pe coardă, formarea sistemelor de scripeţi etc. Blocatoarele din prima categorie răspund optim unei anumite utilizări, dar se pot adapta şi unor scopuri pentru care nu au fost concepute, în timp ce dispozitivele din categoria a doua se pot folosi numai pentru urcare pe coardă şi autoasigurare.

Minimului de echipament speologic necesar unei explorări i se adaugă echipamentul colectiv, hrana şi unele instrumente de lucru, astfel încît se ajunge la o cantitate apreciabilă de materiale care vor fi transportate indiferent de dificultăţile de pe traseu. Pentru asigurarea unor condiţii bune de protecţie în timpul transportului se pot folosi saci speologici speciali — denumiţi banane datorită formei lor alungite (50 — 00 cm lungime şi 30—40 cm diametru) — prevăzuţi cu şnur şi clapetă pentru închidere, precum şi cu bretele confecţionate din chingă. O banană bună trebuie să fie rezistentă la frecarea de rocă şi impermeabilă.

Fig. 75. Dispozitive pentru urcare pe coarda: a) Dressler; b) blocator de piept (Croit); c) blocator cu mîner (Poignee); d) blocator cu miner (Jumar); e) blocator Gibbs f). Blocator Shunt.

ECHIPAMENTUL COLECTIV[1]

O parte a materialelor prezentate în capitolul anterior, deşi indispensabilă în explorările dificile, este insuficientă. De pildă, coborîtoarele sau blocatoarele devîn inutile în absenţa corzii, fără de care îşi pierd scopul. Dar nu numai coarda, ci şi numeroase alte piese de echipament care nu figurează în zestrea individuală a speologului ci în bagajul echipei, contribuie la extinderea, în condiţii de maximă siguranţă, a posibilităţilor de explorare. Vom prezenta în continuare piesele esenţiale ale echipamentului colectiv, selecţionîndu-le din numeroasele tipuri existente în prezent.

CORZI ŞI CORDELINE PENTRU SPEOLOGI

Vechile funii pescăreşti sau marinăreşti utilizate iniţial în alpinism şi speologie sînt demult obiecte de muzeu. Ofensiva fibrelor sintetice s-a făcut simţită şi în acest domeniu. În prezent, cele mai uzuale corzi au un miez central înconjurat cu o manta de protecţie împletită rotund din fire răsucite. Mantaua asigură 37% din rezistenţa totală a corzii, iar miezul, 63%. În speologie, coarda reprezintă mijlocul principal de urcare sau coborîre a unei verticale, fiind indispensabilă pentru asigurare, acţiuni de salvare, balustrade sau tiroliene. Rezistenţa la sarcină, la solicitări repetate şi la uzură constituie funcţiile principale pe care trebuie să le îndeplinească orice coardă. Calitatea lor depinde de elasticitate, flexibilitate, greutate specifică şi de reacţia faţă de condiţiile de mediu. În funcţie de aceşti factori, corzile pot fi dinamice sau statice.

Corzile dinamice, confecţionate din poliamidă, cu un diametru de 9—12 mm, au o rezistenţă de 1600—3000 kg şi o greutate specifică de 48—90 g pe metru liniar. Aceste corzi sînt elastice, flexibile, nu putrezesc, iar hidrofilia lor poate fi redusă prin impregnare prealabilă, dar sînt sensibile la o frecare cu particule mari. În stare umedă rezistenţa lor scade cu 10—15%. Fibră de poliamidă reacţionează defavorabil la radiaţiile ultraviolete, la intemperii şi la acizi care o degradează.

Corzile statice, confecţionate din poliester, sînt rezistente, au o flexibilitate bună, dar nu sînt elastice. Acestea sînt corzile cele mai indicate în speologie. Ele au un diametru de 10—11 mm, o rezistenţă

[1] Pornind de la necesitatea sxi obligativitatea ca o echipă speologica în acţiune să fie alcătuită din cel puţin trei membri, unele piese ale echipamentului individual, cum ar fi ciocanul sxi carabinierele, le-am introdus în mod arbitrar în acest capitol.

de 2100—2600 kg, o greutate specifică de 60 g pe metru liniar, sînt puţin hidrofile (sub 3%), iar rezistenţa în stare uscată şi umedă este aproape aceeaşi. Deşi sînt mai puţin sensibile la abraziune, intemperii şi raze ultraviolete, ele sînt sensibile la baze. Deoarece sînt neelastice, nu se recomandă pentru ascensiune sau asigurare dinamică. Ele pot fi folosite la rapeluri lungi şi la urcare cu ajutorul blocatoarelor, mantaua fiind — în acest scop — confecţionată cu grosime mai mare, deci are o rezistenţă superioară.

În funcţie de specificul acţiunii întreprinse, vom folosi o coardă dinamică sau statică, dar atenţie: după o oarecare uzură nu vom putea distinge o coardă de alta, deci este bine să le marcăm vizibil imediat după procurare.

Cele mai uzuale lungimi de coardă sînt 46 m şi 86 m; numai puţine verticale din universul subteran necesită corzi mai lungi de 100 m, iar acestea constituie, în mod evident, excepţii.

Deoarece fibrele sintetice au punctul de topire scăzut (170—210°C), rapelul cu coborîtoare trebuie efectuat cu viteză redusă pentru a nu deteriora mantaua. De asemenea, vom urmări permanent ca, în timpul utilizării, coarda să fie ferită de frecări pe muchii tăioase, de căderi de pietre sau de flacăra acetilenică. Chiar după o singură întrebuinţare coarda va fi scoasă din uz, dacă se observă deteriorări ale mantalei de protecţie sau dacă s-au produs două căderi în ea. Este bine să ştim că praful şi argila exercită o uzură lentă dar sigură a fibrelor, iar timpul îndelungat de neutilizare este la fel de dăunător ca şi o utilizare necorespunzătoare. De cîte ori este necesar, corzile vor fi spălate cu atenţie, uscate numai la umbră şi depozitate corespunzător, înaintea fiecărei acţiuni, coarda, ca şi restul echipamentului, va fi verificată cu atenţie şi exigenţă: superficialitatea şi indulgenţa sînt duşmanii propriei noastre securităţi.

La planificarea unei acţiuni care implică folosirea corzii trebuie să ştim un lucru foarte important: o coardă neancorată nu poate fi folosită, iar pentru ancorare vom face obligatoriu un nod, care îi va reduce rezistenţa nominală în medie cu 50%.

Există numeroase metode de strîngere a corzii, toate avînd ca principal scop evitarea încurcării ei şi un transport lesnicios. O coardă încîlcită, adevărată aglomerare de noduri gordiene, ne pune la grea încercare răbdarea şi îndemînarea. În figura 76 ilustrăm o modalitate rapidă de strîngere a corzii, mai puţin cunoscută de speologi, dar foarte practică:

Copii mai firavi ai corzilor, *cordelinele*, cu diametre variind de la 3 mm la 8,5 mm, sînt foarte utile în cursul unei explorări: noduri de autoasigurare, de urcare pe coardă, legarea unor piese de echipament bucle (pedale) pentru blocatoare, bucle de ancora j, etc.

În tabelul 6, prezentăm rezistenţa minimă a cordelinelor şi corzilor noi, cu şi fără noduri.

Tabelul 6

REZISTENTXELE MINIME ALE CORZILOR ŞI CORDELINELOR

Diametrul	Rezistenţa minimă faară nod	Rezistenţa minimă cu nod
4 mm	circa 320 kg	circa 160 kg
5 mm	circa 500 kg	circa 250 kg
6 mm	circa 720 kg	circa 360 kg
7 mm	circa 980 kg	circa 490 kg
8 mm	circa 1280 kg	circa 640 kg
9 mm	circa 1400 kg	circa 700 kg
10 mm	circa 1800 kg	circa 900 kg
11 mm	circa 2200 kg	circa 1100 kg

Fig. 76. Strîngerca corzii.

Rezistenţa buclelor depinde şi de modul în care sînt confecţionate şi înnodate, deci ele vor fi folosite selectiv, ţinînd cont de solicitarea la care urmează să fie supuse (fig. 77).

CARABINIERE ŞI VERIGI RAPIDE

Numeroase necesităţi de ancorare a corzilor, de cuplare a unor piese de echipament între ele sau pe coardă se rezolvă uşor şi trainic cu ajutorul unor inele metalice confecţionate din oţeluri superioare sau aliaje uşoare, denumite carabiniere şi verigi rapide, fără de care este practic de neconceput o acţiune de explorare. Prezentarea tuturor formelor, modelelor, a detaliilor constructive este o acţiune hazardată şi în parte inutilă căci noi modele apar aproape în fiecare lună dintr-un an.

Fig 77. Rezistenţa buclelor la funcţie de modul în care sînt folosite.

Indiferent de formă, toate carabinierele sînt prevăzute cu o clapetă mobilă care, la rîndul ei, poate avea sau nu un sistem de blocare sub formă de mufă filetată sau culisantă. Recomandăm, ca fiind cele mai adecvate pentru speologie, carabinierele prevăzute cu sisteme de siguranţă (fig. 78 a).

În general, în practica speologică curentă se admit numai carabiniere cu dimensiuni minime de 8 x3 cm, capabile să reziste la o solicitare de minimum 650 kg în axul transversal şi de minimum 2200 kg în cel longitudinal.

Selecţionarea carabinierelor trebuie făcută cu discernămînt, avînd grijă ca diametrul şi forma lor să corespundă cu blocatoarele şi coborîtoarele individuale precum şi cu diametrul orificiului plăcuţelor de ancorare. În toate punctele de ancorare a corzii, vom folosi numai carabiniere din oţel, deci cu rezistenţă maximă. La realizarea oricărui montaj cu ajutorul carabinierelor se vor evita poziţiile în care acestea pot fi solicitate transversal, sau care facilitează exercitarea unor presiuni pe clapetă.

Fig. 78. a) Tipuri principale de carabiniere cu mufe de siguranţă — a_1 oval simetric, a_2 trapez, a_3 tip HMS; b) tipuri de verigi rapide — b_1 triunghiular, b_2 semirotundă, b_3 oval simetric.

Prin înlăturarea clapetei şi înlocuirea acesteia cu o mufă filetată s-a obţinut veriga rapidă. Forma triunghiulară (fig. 78 b_1) este utilă la ancorări, forma semirotundă (fig. 78 b_2) la ataşarea dispozitivelor de urcare la centura şezutului, iar forma ovală.(fig 78 b_3), la acţiuni de asigurare şi autoasigurare.

PITOANELE PENTRU STÎNCĂ

Atunci cînd pereţii subterani sînt lipsiţi de asperităţi (prize) pe care să le putem folosi pentru urcare, lame de fier sau oţel, bătute în.fisuri,. denumite pitoane ne asigură o înaintare certă. Confecţionate din materiale diferite, în forme şi dimensiuni extrem de variate, adaptate pentru fisuri verticale, oblice sau orizontale, pitoanele pot fi de siguranţă şi de progresie (fig. 79). Pitoanele universale au urechea în care se introduce carabiniera răsucită faţă de lamă cu 45° său 90°, fapt care le face apte de a fi folosite atît în fisurile verticale cît şi în cele orizontale.

Pitoanele de rapel au un inel rezistent prin care se poate introduce coarda (direct) faară a mai fi necesară o carabinieră. Inelele pot fi folosite şi la alte forme de pitoane. Confecţionarea pitoanelor se realizează astăzi din materiale diferite, avînd lame late, semirotunde, conice, în: formă de U, V sau Z; toate acestea pot fi scurte, lungi, medii, extra-lungi sau extra-scurte. Dacă în urmă cu două decenii pitoanele erau forjate din oţeluri necălite şi prin batere repetată ele se mulau după conturul fisurilor, astăzi multe, tipuri sînt realizate din oţeluri speciale, dure, său din aliaje uşoare.

Fig. 79. Tipurile principale de pitoane şi modul lor de folosire în funcţie de direcţia fisurilor (după Marbach G., Roeourt. J.-L., 1980).

Nu trebuie ca să să ne mirăm prea tare dacă, înarmaţi cu o impresionantă varietate de pitoane, vom rămîne neputincioşi în faţa unei fisuri care le refuză sistematic. Spre deosebire de fisurile de la exterior, permanent activate de agenţii modelatori (ape agresive, acţiunea îngheţului), fisurile subterane au în general o tendinţă de umplere cu argilă, dar mai ales cu milioane de cristale de calcit. Aparent deschisă, dornică parcă să primească un piton, fisura se blochează după cîţiva milimetri sau, dimpotrivă, se lărgeşte foarte mult. Geniul inventiv al omului a găsit rezolvări şi pentru asemenea situaţii: au apărut pitoanele cu expansiune, penele şi excentricele de înţepenire.

PITOANE AUTOFORANTE CU EXPANSIUNE[1]

Chiar mai mult decît pereţii cu fisuri închise sau prea largi, pereţii netezi, bine lustruiţi de curgerea apei, au constituit un obstacol serios, aparent insurmontabil pentru speologi. Aparent, căci arma cu care au fost învinşi a apărut rapid: cu ajutorul unei freze bătută cu lovituri uşoare de ciocan şi rotită permanent, se perforează o gaură cilindrică de 3 cm adîncime în care se introduce apoi un cilindru de oţel prevăzut la un capăt cu o gaură filetată, iat la capătul opus cu un orificiu cilindric despicat în cruce, în care pătrunde un corp conic (fig. 80a). Prin bătaie forţată, corpul conic dilata baza cilindrului, blocîndu-l temeinic în gaură. Dacă iniţial, freza era o piesă separataa, în prezent fiecare cilindru este în acelaşi timp şi freză, fiind folosit cu ajutorul unui mîner auxiliar (fig. 81). Pentru situaţiile în care roca este friabilă, se poate folosi un spit cu dublă expansiune cu o lungime şi diametru majorate (fig. 80 b). Cu ajutorul unui şurub potrivit se fixează de cilindru plăcuţe de ancorare cu diferite forme (fig. 82). Utilizat corect, în poziţie adecvată, un spit cu plăcuţa de ancorare montată pe el, rezistă la o solicitare de minimum 1000 kg. Deoarece aceste piese esenţiale din arsenalul de luptă al speologului au dimensiuni modeste şi le putem rătăci cu uşurinţă printre piesele majore, este bine să le păstrăm într-un săculeţ special, fiindu-ne astfel permanent la îndemînă.

[1] În limbajul speologic uzual sînt denumite prescurtat sxpiluri.

PENE ŞI EXCENTRICE DE ÎNŢEPENIRE

În situaţia în care pereţii golurilor subterane au fisuri deschise, cu adîncime şi formă neregulată s-au dovedit foarte utile corpurile metalice cu profil şi dimensiuni variate, cunoscute sub denumirea de pene şi excentrice de înţepenire. Precursorii modeşti ai acestor scule moderne, au fost bolovanii încastraţi în fisuri, de care se ancorau bucle din cordelină. Bolovanii au fost treptat înlocuiţi cu pene metalice cu profile diferite (T, V, H sau poligonale) iniţial simetrice, care au evoluat apoi spre forme asimetrice, uşor de fixat în fisuri (fig. 83).

Fig. 80. Spituri: a) cu expansiune; b) cu dublă expansiune.

Fig. 81. Baterea spiturilor şi ancorarea corectă a plăcuţelor.

Fig. 82. Placate de ancorare în spituri: a) simplă; b) multidirecţională; c) inelară; d) pentru ancorarea directă a corzii, fără carabinieră (Clown); e) Pentru evitarea frecării nodalul de perete (Pterre A Haine)

Fig. 83. Modul de folosire în fisuri a penelor de înţepenire.

Aceste piese, realizate din aliaje uşoare, pot fi singulare pentru aceeaşi formă, sau dublate ori chiar triplate, dar cu dimensiuni diferite. Ele pot avea ataşat chiar din construcţie un cablu rezistent din oţel inoxidabil, sau sînt prevăzute cu orificii prin care se introduc bucle din cordelină sau chingă. Datorită diversităţii de forme şi mărimi, penele sxi excentricele pot fi folosite cu succes în aproape orice fisură deschisă, mai ales pentru înaintare, dar şi pentru asigurare sau ancoraje. Dar, atenţie! Într-o mai mare măsură decît în cazul pitoanelor şi spiturilor, este nevoie de multă experienţă şi de o apreciere foarte exactă a formei şi dimensiunii fisurii, în funcţie de care se alege pana potrivită, dar mai ales direcţia în care aceasta poate fi solicitată. Este evident faptul că pentru baterea pitoanelot clasîce, a spiturilor şi chiar sxi penelor de înţepenire, este indispensabilă unealta adecvataa:. *ciocanul speologic*, cu o greutate medie de 600 g prevăzut cu o buclă de cordelină cu ajutorul caareia îl vom păstra mai uşor pe mînă sau într-o carabinieră prinsă de centura.

PLATFORMA, CATARGUL DE ESCALADĂ ŞI SCARA SPEOLOGICĂ

Dacă accesoriile exploratorului speolog, prezentate anterior, deşi numeroase, au un gabarit şi o greutate reduse, platforma şi catargul folosite în situaţii deosebite, sînt mai grele şi mult mai voluminoase. Cu ajutorul platformei de escaladă (fig. 84), pereţii verticali sau chiar surplombaţi pot fi urcaţi cu o viteză medie de 10 m/ora, dar numai după un antrenament prealabil efectuat temeinic alături de un coechipier destoinic. Urcarea se face din spit în spit, într-o poziţie comoda care solicită un efort fizic redus.

Unele obstacole subterane, care sînt pragurile sau cascadele, care nu depăşesc înălţimea de 8—10 m pot fi urcate rapid, folosind, catargul de escaladă, confecţionat din aliaje metalice uşoare (module de 1,5—2,5. m, care se îmbină). Amplasat astfel încît vîrful catargului să depăşească partea superioară a obstacolului şi ancorat solid cu cabluri sau corzi, în vîrful catargolui se cuplează o coardă sau o scară speologică pe care o vom, putea urca cu uşurinţă.; evitînd astfel dificultăţile unei căţărări directe (fig. 85).

Fig 84. Platforma de escalada

Fig 85. Catargul de escalada

Scara speologică, astăzi, suplă, realizată din cablu de oţel (02—, 3 mm) şi fustele din duraluminiu, modulată în tronsoane de 10 m (1 ,3 kg), neglijată pe nedrept de adepţii explorărilor acrobatice, este de neînlocuit în rezolvarea unor traversări cu balustrade, punţi suspendate, verticale scurte între puţuri, acţiuni de salvare etc.

ECHIPAMENTUL SUPLIMENTAR

Deşi echipamentul individual şi colectiv prezentat anterior este numeros şi ocupă un volum mare, el este insuficient atunci cînd activitatea speologică se desfăşoară pe parcursul mai multor zile, sau atunci cînd reţelele subterane ridică dificultăţi deosebite de parcurgere. Pe de altă parte, însăşi confortul personal sau colectiv, confort care se va reflecta direct în randamentul speologului, reclamă prezenţa unor materiale suplimentare. Pentru dotarea corespunzătoare a unui biuvac sau a unei tabere, fiecare speolog trebuie să aibă sac de dormit ori sac de biuvac, saltea izolatoare sau pneumatică (eventual hamac), trusă sanitară şi îmbrăcăminte de schimb adecvată. La acestea se adaugă cortul sau „cutia de bivuac", o sursă pentru încălzit şi gătit (primus), un minim de ustensile de bucătărie, carbid şi combustibil de rezervă, telefon de campanie, barcă pneumatică şi costume de neopren, trusă sanitară colectivă, precum şi cîteva materiale şi unelte pentru întreţinerea şi repararea echipamentului. Desigur, nu trebuie sa uităm de unele articole nelipsite din

trusa personalaa.

Chiar numai o sumară trecere în revistă a echipamentului individual şi colectiv la care, pe bună dreptate, se vor adăuga alimentele, ar fi de natură să scadă pînă şi elanul celor mai tenace speologi. Aparent, deoarece o selecţionare riguroasă şi obiectivă a bagajului, un rucsac corespunzător, judicios încărcat, rezolvă totdeauna acest gen de probleme. Desigur, un mijloc auto de transport cu care putem ajunge cît mai aproape de intrarea peșterii, este cea mai bună soluţie.

CAPITOLUL 10. SPEOLOG SAU ALPINIST?

Iată două noţiuni care definesc activităţi umane cu multe puncte comune, dar sxi cu diferenţieri pregnante. Dacă deviza alpinistului ar putea fi „cît mai sus", într-un anume sens a speologului este „cît mai adînc" sau chiar „cît mai departe", iar acestea trebuie înţelese într-un sens larg, ca activitate de cunoaştere realizată cu tehnici sportive.

Alpinistul se îndreaptă spre un perete pe care îl poate studia cu atenţie, alegînd varianta de traseu cea mai uşoară sau cea mai grea. Multe din dificultăţi pot fi prevăzute printr-o cercetare atentă a peretelui dintr-un unghi favorabil. Traseul, odată parcurs în premieră, poate fi refăcut apoi de altă echipă.

Ajuns la gura unei peşteri sau a unui aven, speologul nu cunoaşte nimic din ceea ce se află în faţa lui. Labirintul de galerii urmează să fie descifiat pe măsura înaintării, iar dificultăţile nu pot fi anticipate. Explorarea odată terminată, s-a realizat un prim pas. Speologul explorator se transformă îu speolog-topograf măsurînd unghiuri şi distanţe între puncte pentru a realiza planul cavităţii, apoi în speolog-fotograf, în ultimă instanţă în speolog-cercetător.

Alpinismul .cunoaşte astăzi două tendinţe opuse: renunţarea la mijloacele, tehnice şi confruntarea directă cu peretele prin căţărare fără pitoane, carabiniere, etc. pe de o parte, sau folosirea celor mai moderne dotări tehnice pentru învingerea celor mai multe, vîrfuri, a celor mai impresionanţi pereţi. În speologie tendinţa este una singură: o cunoaştere cît mai complexă a domeniului subteran, folosind pentru aceasta posibilităţile oferite de tehnica modernă.

Atît la exterior cît şi în subteran, alpinistul şi speologul înfruntă dificultăţile traseului amplificate de vitregia condiţiior de mediu. Furtunile neprevăzute, temperaturile scăzute, avalanşele de la suprafaţă se regăsesc în întunericul şi umiditatea absolută din subteran, în prizele alunecoase şi friabile, în căderile de pietre şi viiturile din peşteri şi avene.

Între aceste două domenii de activitate nu poate exista rivalitate ci numai cooperare. În copilăria speologiei explorative, pentru depăşirea marilor obstacole din subteran erau adeseori solicitaţi alpinişiii. Arta acestora a fost pusă la grea încercare de ostilitatea mediului. Incomodaţi de umezeală şi întuneric, de argila abundentă, de renunţarea la eleganţa stilului într-un pasaj care trebuie trecut tîrîş sau „în patru labe", au preferat aproape fără excepţie întoarcerea la suprafaţă. Nevoiţi să-şi rezolve singuri problemele, speologii au învăţat abecedarul alpin, adaptîndu-l condiţiilor specifice din peşteri. Parafrazînd eterna întrebare: a fi, sau a nu fi? am putea spune: a fi. speolog sau a nu fi alpinist? Răspunsul, simplu de. această dată, este unul singur: nu putem fi buni speologi, fără a cunoasxte unele diutre tehnicile folosite în alpinism. Dar numai acestea nu sînt suficiente; explorarea speologică presupune utilizarea unor piese de echipament, a unor tehnici de înaintare străine alpinismului. Mai mult chiar, adesea mediul subteran aduce importante corective metodelor tradiţionale ale alpinismului. Dar, să vedem ce anume şi cum preluăm de la colegii noştri.

NU SE POATE FĂRĂ CĂŢĂRARE

Ajunşi în faţa unui perete deasupra căruia bănuim o posibilă continuare a galeriei, îl atacăm sau ne întoarcem. Promisiunea unei premiere este mai ispititoare decît renunţarea, deci, ... în sus. Dar cum? Desigur, printr-o escaladă a peretelui.

Nici în plină lumină a zilei nu este uşor, dar avem avantajul de-a putea vedea traseul, de-a repera şi (eventual) de-a ocoli pasajele dificile. În peşteră aceste modeste avantaje dispar, ba mai mult, prizele sînt friabile, fisurile sînt cel mai adesea inutilizabile iar argila sau apa condensată pe pereţi fac totul foarte alunecos. Cu toate acestea trebuie să urcăm, să ne căţărăm.

Căţărarea (escalada) presupune folosirea prizelor, adică a denivelărilor pozitive sau negative ale rocii. Acestea pot fi de tracţiune (cu vîrful degetelor), de apucare, de apăsare şi de aderenţă pentru mîini şi, de apăsare şi de aderentă, pentru picioare.

Dar, atenţie la prize! În subteran ele sînt adesea nesigure, deci, înainte de a le folosi trebuie să le verificăm. Concreţiunile (coloane, stalagmite), inexistente la exterior, ne pot fi de mare ajutor îu căţărare. Vom folosi totdeauna baza stalagmitelor şi coloanelor şi numai după ce ne vom asigura că sînt suficient de rezistente. Crustele parietale[1] rugoase, chiar umede oferă o aderenţă maximă, în schimb cele lustruite sînt

[1] Strat alcătuit din cristale de calcit care îmbracă pereţii unei galerii.

mai alunecoase decît mondmilchul[1]. Argila, acest „lubrifiant" speologic, poale îmbrăca o priză aparent rezistentă la prima vedere; argila a atacat însă baza prizei, devenită astfel fragilă.

În unele fisuri sau diaclaze, prizele obişnuite nu ne sînt utile; în astfel de situaţii pot fi folosite cheile realizate cu palma, pumnul, antebraţul sau laba piciorului. Dacă într-o fisură de 3—5 cm, introducem palma pe care apoi o flexăm, aceasta poate fi înţepenită între pereţi, ajutîndu-ne să înaintăm.

Într-un anume sens, cățărarea trebuie înţeleasă ca o formă pe verticală a mersului. Principiul de bază al cățărării este regula celor trei puncte de sprijin, cu alte cuvinte, vom deplasa de fiecare data un singur membru pentru a căuta o priză într-o poziţie superioară, celelalte trei membre menţinîndu-se în poziţie fixă şi sigură (fig. 86). Orice acţiune de cățărare trebuie să răspundă la patru imperative: siguranţă deplină, realizarea unui echilibru perfect al corpului în fiecare moment al mişcării, analiza vizuală a traseului conjugată cu aprecierea realistă a posibilităţilor de acţiune şi o maximă economie de efort fizic. Pe trasee simple, cățărarea va fi completată cu coborîrea pe aceleaşi prize; ne vom convinge astfel că este mult mai greu să coborîm decît să urcăm. Adesea; într-o explorare speologică sîntem obligaţi să coborîm distanţe scurte pe prize pe care le „vedem" doar cu laba piciorului. Exerciţiile de echilibru şi balansare combinate cu antrenamentul permanent al diferitelor grupe musculare trebuie efectuate periodic.

RAMONAJUL - TEHNICA PRIZELOR DE OPOZITXIE

Lipsa prizelor confortabile nu constituie un inconvenient insurmontabil. Dacă pereţii galeriilor nu sînt foarte depărtaţi, înaintarea prin efort de opoziţie devine posibilă. Prin această metoda, vor fi solicitate anumite părţi ale corpului astfel plasate încît să realizeze o împingere maximă în pereţii opuşi, pe care va tinde parcă să-i îndepărteze unul de altul. Opoziţia se va exercita succesiv cu diferite părţi ale corpului, în cicluri de doi, trei sau patru timpi (fig. 87).

Fig. 55. Poziţia corectă a speologului în timpul cățărării.

Pentru menţinerea echilibrului în momentul trecerii de la un timp de mişcare la altul efectul de opoziţie nu trebuie întrerupt, aceasta presupunînd o coordonare perfecta a mişcărilor, deci mult antrenament. Metoda folosită este impusă de ferma şi dimensiunile galeriei, precum şi de caracteristicile aderente ale rocii (fig. 88).

Cățărarea directă pe prize sau înaintarea prin efort de opoziţie trebuie să se facă în deplină securitate, iar pentru aceasta este necesară asigurarea cu ajutorul corzii şi a pitoanelor. În plus, atunci cînd prizele lipsesc, pitoanele ne vor scoate din impas.

CUM FOLOSIM PITOANELE

Nu trebuie să uităm că un accident survenit în subteran se rezolvă foarte greu, evacuarea accidentatului fiind lentă şi complicata, deci baterea pitoanelor se va face cu o maximă atenţie. La alegerea pitonului vom ţine cont de dimensiunile fisurii (lăţime şi adîncime presupuse), de calitatea rocii, de orientarea fisurii faţă de verticală şi de înclinarea peretelui.

Fig.86. Ramonaj în diaclaze înguste.

Fig. 87. Deplasarea prin efort de opoziţie (ramonaj), în funcţie de dimensiunile diaclazei.

Baterea pitoanelor se face cu lovituri puternice de ciocan. Pitonul trebuie să emită un sunet clar, tot mai ascuţit; în caz contrar el este prea subţire, sau roca din jur este slabă. În figura 79 am prezentat principalele modalităţi de utilizare a diferitelor tipuri de pitoane, din care rezultă (printre altele) că şi pitoanele orizontale sînt foarte rezistente în orice tip de fisură, datorită formării unui cuplu de torsiune. În speologie, cele mai adecvate sînt pitoanele orizontale, cît ureche laterală.

Pitoanele vor fi alese şi în funcţie de scopul în care urmează să fie folosite; cele de progresie (înaintare) trebuie să reziste la o sarcină de 150—200 kg, iar cele de asigurare la o forţă de şoc de 2400—3000 kg, în cazul unei asigurări statice, şi de 1500 kg la o asigurare dinamică. În regrupări sau pentru ancorarea corzii se vor folosi minimum 2 pitoane de 10 cm lungime sau 3 pitoane mai scurte. În timpul escaladei vom evita distanţele prea mari între pitoane; în eventualitatea unei căderi, speologul va parcurge dublul distanţei dintre locul în care se află la un anume moment şi pitonul cel mai apropiat.

După introducerea carabinierei în urechea pitonului, aceasta se roteşte cu 180°, astfel încît clapeta să nu poată fi presată în perete. Şirul pitoanelor trebuie să fie cît mai rectiliniu pentru a asigura o circulaţie

[1] Stare fizică a $CaCO_3$ care, atunci cînd este îmbibat cu apă, are proprietăţi asemănătoare cu ale argilei.

bună a corzii prin carabiniere, iar nişele sau proeminenţele stîncoase pot fi evitate folosind un lanţ de carabiniere său bucle de coardă cu lungimi diferite.

Asimilarea preţioaselor recomandări din manualele de alpinism sau speologie este un prim pas, dar cel de al doilea şi următorii, cei care ne vor conduce apoi la performanţă, trebuie făcuţi în teren, sub îndrumarea competentă a unui monitor. Deci, cățărarea nu se poate învăţa din manuale.

NODURI DIN ..... 4 000!

„Nodurile bune sînt frumoase, dar nu fiecare nod frumos este bun"

Corzi, cordeline, bucle, centuri şi pitoane, iată principalele accesorii pe care aproape niciodată nu le folosim independent, ci în combinaţii mai mult sau mai puţin complicate; pentru a le cupla între ele, nodurile sînt de neînlocuit. Cunoaşterea unui număr minim de noduri corespunzătoare scopului urmărit este de importantă vitală pentru speolog.

Fig. 89. a) Ochiuri pe coardă simplă — a_1 sub coardă, a_2 peste coardă, a_3 buclă deschisă; b) nodul în opt — b_1 pe coardă simplă, b_2 realizat prin urmărire în sens direct, b_3 realizat prin urmărire în sens invers; — c_1 c_2 executarea nodului coada vacii; — d_1, d_2 executarea nodului în opt; — e_1 e_2 executarea nodului în nouă pornind de la buclă deschisă.

Un nod trebuie să fie fix, elastic şi să nu aibă posibilitatea de a se desface sub sarcină sau să alunece[1].Orice nod se poate executa pe un fir simplu iar punctul de pornire îl reprezintă un ochi (fig. 89 a_1 a_2) sau pe fir dublu, avînd la bază o buclă deschisă (fig. 89 a_3). Sînt numeroase cazurile în care un nod efectuat pe un singur fir poate fi dublat prin urmărire în acelaşi sens (fig. 89 b,, b,) sau în sens opus (fig. 89 b_3), urmărire pe care o facem cu capaatul liber al aceleiaşi corzi sau cu altaa coardă. În tabelul 7 sintetizăm principalele domenii de utilizare a nodurilor în speologie.

Tabelul 7

DOMENIILE PRINCIPALE DE UTILIZARE A NODURILOR

Noduri de legare în centuri sau coardă		
Denumirea nodului	Figura	Alte domenii de utilizare
1	2	3
Coada vacii*	89 c_l, c_2	Ancoraje în jurul obiectelor, în carabiniere şi plăcuţe; autoasigurare la un punct fix; improvizare de scăriţe de escaladă şi centuri.
Nodul în opt*	89 d_1, d_2	
Nodul în nouă*	89 e_1, e_2	
Noduri de asigurare şi autoasigurare		
Obendorf	90 a	Autoasigurare reglabilă la rapel sau în alte situaţii
Cabestan	90. b_1 b_2	Autoasigurare rapidă şi reglabilă la punct fix; ataşarea accesoriilor.
Semicabestan	90 C_1, c_2, c_3	Diferite acţiuni de asigurare; coborîrea unui accidentat; rapel improvizat
Noduri de înnădire a două corzi		
Dublu marinăresc	90 d	Innădirea a două corzi cu diametre diferite.
Coada vacii**	89 b_2	Innădirea chingilor.
Nodul în opt**	89 b_3	Legarea chingilor.

[1] Cu excepţia celor destinate acestui scop.

	90 e	Legarea a două corzi într-o verticală liberă (în gol).
	90 f, g	Legarea a două corzi într-o fracţionare.
Noduri de ancorare		
Nodul în opt*	90 d_1, d_2	Ancoraje diferite, fracţionări şi devieri simple (cu legare directa).
	89 b_2	La fracţionări simple sau duble, la devieri şi acţiuni de salvare.
	90 f, g	Legarea a două capete de coardă în carabiniera unei fracţionări.
Nodul în opt**	89 b_3, 90 e	Legarea a doua corzi ; ancoraje în Y.
Nodul în nouă**	89 e_1, e_2	Aceleaşi domenii ca ale nodului în opt, dar cu rezistentă mai marc.
Fluture	91 a_l,a_2, a,,	Ancorări, fracţionări simple sau duble şi devieri.
Spaniol	91 b_l,b_2, b $_a$	Ancorări şi fracţionări duble.
Coada vacii realizat pentru scaun de salvare. Nodul în opt pentru scaun de salvare	91 c_1— c_4 91 d_1-d_2	Ancorări şi fracţionări duble sau triple şi ancorări în orificii.
Noduri de urcare		
Prusik	92 a1-a3	Autoasigurare la rapel.
Ronsdorf	92 b	
Elicoidal	92 c	

* realizat prin urmărire în sens direct .
** realizat prin urmărire în sens invers

Este important să reţinem faptul că nodurile coada vacii, în „opt" şi "nouă", au acelaşi domeniu de utilizare, dar ele răspund în mod diferit ca rezistenţă sub sarcină şi uşurinţă în demontare, primul fiind cel mai vulnerabil, iar ultimul cel mai robust. Din acest motiv, ne-am oprit asupra nodului în „opt", care răspunde cel mai bine necesităţilor din speologie, fapt pentru care este denumit „regele nodurilor". Pentru a elimina orice nesiguranţă, capătul de sub nod al corzii (rămas liber), va avea o lungime în centimetri de minimum 10 ori diametrul acesteia, iar la chingă, de 5 ori lăţimea ei.

Un bun speolog trebuie să poată executa rapid oricare dintre nodurile prezentate mai sus, în orice poziţie, chiar şi pe întuneric.

ASIGURARE ŞI AUTOASIGURARE

Reuşita unei acţiuni speologice este foarte importantă, dar aceasta trebuie subordonată siguranţei absolute a echipei. Unele obstacole nu pot fi învinse după prima confruntare, datorită echipamentului insuficient, a oboselii sau a condiţiilor hidrologice deosebite. În asemenea situaţii, renunţarea este o calitate mai de preţ decît temeritatea care, adesea, conduce la accidente. Oricînd putem reveni mai bine pregătiţi. Pe întreaga durată a activităţii din subteran regula de bază trebuie să fie asigurarea coechipierilor şi autoasigurarea (asigurarea individuală).

Cu ajutorul corzii şi a cîtorva accesorii, un membru al echipei va realiza asigurarea unui coechipier care se deplasează pe un traseu riscant. Autoasigurarea presupune luarea măsurilor necesare pentru realizarea securităţii celui care asigură dintr-o poziţie staţionară, sau luarea măsurilor de siguranţă pe parcursul unei acţiuni, chiar de către speologul care o efectuează. Cea mai bună autoasigurare în rapel se obţine cu nodul Obendorf (fig. 90 a) cuplat la centură, înainte de a face asigurarea unui coechipier, speologul va realiza propria sa asigurare (autoasigurare), cuplînd la piton una dintre lonjele sale sau — dacă

este legat în coardă — executînd cu aceasta nodul cabestan (fig. 90 b), pe care îl cuplează la piton cu ajutorul unei carabiniere.

Căderea liberă a unui speolog cu o greutate de 80 kg se face cu viteză progresivă, deci implicit forţa care va acţiona asupra corzii şi asupra punctelor de fixare a acesteia în perete va creşte corespunzător. Datele din tabelul 8 sînt suficient de elocvente, căci impactul cu relieful accidentat de la baza unei verticale nu poate fi decît dezastruos. Dar, asemenea situaţii nedorite pot fi evitate destul de simplu, acordînd atenţia cuvenită măsurilor de asigurare şi autoasigurare.

Tabelul 8

Cădere liberă (metri)	Viteză km/h
20	70
40	100
60	120
80	145

Asigurarea poate fi statică, în sensul că o cădere a capului de coardă va solicita brutal sistemul folosit, coarda fiind blocată instantaneu, sau dinamică, atunci cînd aceasta va amortiza progresiv forţa-şoc produsă de o cădere, datorită unei frecări puternice.

Fig. 90. a) Nodul Obendorf; b) nodul cabestan — b_1 forma de pornire, b_2 forma finală; c) nodul semicabestan — c_1 c_2, executat pe carabinieră, c_3 blocarea nodului cu ajutorul unui nod suplimentar; d) nodul dublu marinăresc; e) înnădirea a două corzi cu ajutorul nodului în opt, cu nod auxiliar la capătul corzii superioare; f) modul de legare a două corzi într-o verticală, coarda superioară fiind prea scurtă; g)cuplarea a două capete de coardă (înnodate) în carabiniera unei fracţionări.

Fig. 91. a) faze de executare a nodului fluture; b) faze de executare a nodului spaniol; c) realizarea unui scaun cu ajutorul nodului coada vacii; d) realizarea unui scaun cu ajutorul nodului în opt; prin răsturnarea pe verticală a nodurilor, buclele libere ale acestora pot fi folosite la ancorarea corzii în pitoane.

Fig. 92. a) Fazele de realizare ale nodului Prusik; b) nodul Ronsdorf; c) nodul elicoidal.

În situaţiile în care asigurarea se face de sus (cel care asigura se află deasupra celui care urcă pe scară sau prize), coarda va fi trasă pe măsura înaintării coechipierului, deci căderea acestuia va produce o forţă-şoc cu puţin mai mare decît greutatea lui. O asigurare statică cu ajutorul unui blocator cuplat la piton va fi suficientă. La urcarea pe coarda cu ajutorul blocatoarelor, măsurile de autoasiguraie sînt realizate prin însuşi modul în care au fost concepute metodele de înaintare (vezi cap. 11). Cînd folosim scara speologică iar în paralel există o coardă, un blocator cuplat lateral pe centura şezutului şi pe coardă, care va fi tras automat pe măsură ce speologul urcă, se va bloca în cazul în care acesta scapă de pe scaraa.

Într-o acţiune de căţărare în premieră, capul de coardă nu poate fi asigurat decît de jos, de la baza traseului, iar în acest caz vom folosi obligatoriu o asigurare dinamică la două puncte fixe (pitoane), prin intermediul nodului semicabestan[1] (fig. 90 C_{1-3}). Cel care asigură trebuie să cunoască şi modul în care acest nod poate fi blocat, pentru situaţii inedite în care va avea nevoie de ambele mîini libere (fig. 90c_3). Pentru autoasigurare sînt necesare două pitoane independente de cele în care se face asigurarea. În plus, capul de coardă va bate un piton foarte rezistent la maxiumum 2 metri deasupra pitonului de asigurare. În cazul unei căderi, acesta va fi solicitat mai puternic decît toate cele de deasupra lui. În mod normal, ne vom întreba dacă aceste precauţii nu sînt exagerate. Răspunsul nu poate fi decît negativ. În eventualitatea unei căderi, capul de coardă va parcurge pe verticală dublul distanţei dintre locul în care se află şi primul piton de sub el; abia în acel moment coarda va fi tensionată şi va exercita o forţă-şoc asupra primului piton, iar sistemul de asigurare dinamică va începe să frîneze căderea. Dacă acest piton cedează, căderea liberă va continua pe distanţa dintre primele două pitoane, iar asupra celui de al doilea va acţiona restul de forţă-şoc neamortizată, la care se adaugă surplusul de energie datorat căderii suplimentare. Am putea presupune că acest „lanţ al slăbiciunilor" va continua din piton în piton.

Eliminînd veriga slabă din lanţul măsurilor de asigurare şi auto-asigurare, deci folosind corzi

[1] Există în prezent numeroase dispozitive de asigurare dinamică, dintre care menţionăm: Frog, Antz, Munter, Sticht, Clou BI etc.

verificate, bătînd pitoanele corect şi la distanţe reduse între ele, utilizînd o asigurare dinamică şi renunţînd la continuarea ascensiunii atunci cînd nu putem asigura aceste condiţii, vom avea totdeauna certitudinea unei securităţi depline.

ASCENSIUNEA CU AJUTORUL CORZII

Este metoda cea mai folosită în căţărare. Procedeul constă în înălţarea capului de coardă la nivelul pitonului bătut; din această poziţie menţinută cu ajutorul secundului, care ţine coarda tensionată, capul de coardă va bate un alt piton la înălţimea maximă posibilă. După ce introduce carabiniera în urechea acestuia şi o roteşte cu 180°, introduce coarda în carabinieră, apoi se ridică prin tracţionare proprie la nivelul pitonului, sau este ajutat de coechipier care trage (filează) coarda. Ajuns aici, reia ciclul de înaintare în acelaşi mod.

Această metodă de urcare, eficientă în situaţii de dificultate medie, devine obositoare şi lipsită de randament în situaţiile de escaladă dificilă, extremă, cînd speologul trebuie să urce pereţi verticali sau chiar surplombaţi care în plus manifestă şi o stînjenitoare lipsă de prize. În asemenea situaţii este practic imposibil să înaintăm cu ajutorul unei singure corzi, asigurîndu-ne în acelaşi timp un coeficient satisfăcător de securitate. Utilizarea a două corzi ne poate scoate din impas (fig. 93).

Capul de coardă va porni în escaladă legat cu două corzi pe care le diferenţiern datorită culorii sau diametrelor diferite, (9—12 mm), acţionînd în modul următor: (1) bate un piton spre stînga, cît mai sus posibil, cuplează coarda roşie în acesta cu ajutorul carabinierei, apoi este tracţionat de coechipier pînă la nivelul pitonului; (2) din această poziţie va bate un piton (spit) uşor spre dreapta în care va cupla coarda verde, fiind ridicat de al doilea coechipier la nivelul pitonului abia bătut. Această succesiune va fi folosită pînă la depăşirea obstacolului. Putem să ne ajutăm coechipierii, autofilînd coarda sau folosind scăriţele de escaladă sau lonjele. Observăm faptul că eficienţa şi siguranţa maximă în cazul folosirii escaladei la coardă dublă este garantată în situaţia în care capul de coarda este secondat de doi coechipieri, fapt în perfectă concordanţă cu necesitatea obiectivă ca o echipă speologică să fie alcătuită din cel puţin trei persoane.

Fig. 93. Ascensiunea la coardă dublă.

Fig. 94. Deplasarea orizontală pe o brînă, cu traversare de galerie.

În pasajele fără prize, devine necesară folosirea scăriţelor de escaladă. Cuplînd o scăriţă la piton cu ajutorul carabinierei sau Cîrligului Fiffi, speologul urcă pe aceasta cît mai sus, apoi bate alt piton sau spit la care cuplează coarda de asigurare şi cea de-a doua scăriţă; transferîndu-şi greutatea pe aceasta, prima scăriţă poate fi recuperată şi folosită în alt piton pe care-l va bate cît mai sus. În locul scăriţelor putem folosi platforma de escaladă cu ajutorul căreia mărim distanţa dintre pitoane şi implicit viteza de urcare, economisindu-ne totodată forţele.

În unele situaţii apare necesitatea deplasării pe orizontală, în lungul unui perete, cu ajutorul prizelor şi pitoanelor. După efectuarea unei traversări, coarda poate fi folosită ca balustradă de către coechipieri (fig. 94).

Dacă în alpinism de cele mai multe ori coborîrea pe coardă (adică rapelul), marchează retragerea din traseu, pentru explorarea unui aven aceasta este punctul de pornire.

Traversările şi rapelul, folosite frecvent în speologie, vor fi tratate detaliat în capitolul următor.

ANCORAREA CORZILOR

O problemă căreia i se va acorda o atenţie deosebită o constituie ancorarea corectă a corzilor, în funcţie de scopul urmărit. Aproape totdeauna punctele favorabile pentru ancoraje se găsesc în locuri nepotrivite: prea sus, prea jos, prea departe sau prea aproape, iar de foarte multe ori lipsesc cu desăvîrşire. Atît la suprafaţă cît şi în subteran putem folosi ancoraje naturale (trunchiuri de copaci, blocuri de rocă, clepsidra, baza unor stalagmite rezistente) sau artificiale (pitoane şi spituri). Ancorarea unei corzi trebuie să corespundă următoarelor cerinţe: (1) grad mare de siguranţă, motiv pentru care vom realiza totdeauna un ancoraj dublu; (2) înălţime suficientă deasupra locului staţionar de asigurare şi autoasigurare, sau a buzei verticalei, astfel încît să existe loc pentru manevrarea dispozitivelor; (3) saa fie astfel realizat încît să asigure corzii cea mai mare distanţă verticală fără frecare de perete.

Cînd nu există ancoraje naturale pentru coarda de rapel sau scara speologică, se vor folosi două pitoane (bătute obligatoriu de sus în jos) sau două spituri, şi nu un singur piton cu inel.

Punctele de ancorare pot avea o dispunere verticală, iar în acest caz este bine ca unghiul dintre cele

două ramuri ale buclei să fie pe cît posibil spre 30° (fig. 95 a). Dacă pitoanele sînt decalate pe orizontală, unghiul optim între ramurile buclei poate fi între 60°—90° (fig. 95 b, c) şi numai în cazuri de excepţie, cînd ambele puncte de ancorare sînt foarte rezistente şi sigure (sau fiecare este dublat), se admite un unghi de maximum 120° (fig. 95 d).

Pentru obţinerea unui surplus de siguranţă, coarda care urmează să fie pusă sub sarcină nu va fi legată direct la cele două pitoane pregătite pentru ancorare. Din cordelină (08—9 mm) sau din coardă, se va confecţiona o buclă, astfel dimensionată încît ramurile acesteia să realizeze un triunghi de forţa (fig. 96 a). Bucla va fi introdusă în carabinieră după răsucirea ei cu 180° (fig. 96 b). Se procedează identic şi în situaţia în care se folosesc bucle separate pentru fiecare piton. La fracţionarea corzii, buclele pentru ancorare pot fi confecţionate dintr-un singur fir sau pot fi dublate.

CAPITOLUL 11. NOI, SPEOLOGII ŞI METODELE NOASTRE

Am prezentat pînă acum „arsenalul" mai mult sau mai puţin sofisticat al speologului, precum şi cîteva principii de bază absolut necesare într-o explorare. Înainte de-a arăta cum vom folosi acest echipament trebuie să spunem că mediul subteran ridică destule probleme de deplasare, care trebuie rezolvate fără echipament special.

Fig. 95 Solicitarea pitoanelor la ancorajele în „Y", în funcţie de unghiul format de ramurile buclei.

Fig. 96. Realizarea triunghiului de forţă la bucla de ancoraj.

Odată depăşită intrarea unei peşteri, pătrundem în imperiul întunericului şi umezelii, pe care îl vom descoperi progresiv, fără a-1 putea anticipa. Deci ...

CUM NE DEPLASĂM FĂRĂ ECHIPAMENT SPECIAL

Mersul în peşteră are multe puncte comune cu mersul pe munte, presupunînd în principal agilitate, simţ de echilibru şi o corectă apreciere a distanţelor, într-un anume sens putem compara mersul în peşteră cu mersul pe timp de noapte la exterior, într-un teren accidentat şi foarte alunecos; o denivelare negativă creează senzaţia căderii în gol, iar un prag banal de cîţiva centimetri duce la poticnire. Chiar şi cei familiarizaţi cu turele pe munte vor avea multe de învăţat. Modul cum sîntem echipaţi este esenţial. Cizmele din cauciuc oferă o aderenţă bună pe aproape orice fel de suprafaţă, cu înclinări nu prea mari. Călcînd cu toată talpa şi controlîndu-ne atent echilibrul putem evita alunecările nedorite. Ocolirea denivelărilor şi alegerea unui traseu cît mai uniform, un ritm de deplasare alert fără a fi exagerat, pauze scurte pentru odihnă şi o îmbrăcăminte adecvată sînt cerinţe pe care respectîndu-le evităm o oboseală precoce. Sacul cu echipament (banana) se poartă de regulă pe spate. În galeriile scunde vom merge cu bustul aplecat înainte sau cu genunchii foarte flexaţi (mersul piticului); banana se poartă pe laterala corpului sau în mînă. Tavanele foarte coborîte ne vor obliga să ne deplasăm pe coate şi genunchi (în patru labe) sau tîrîş. În ambele situaţii banana va fi împinsă înaintea speologului sau este remorcată de acesta cu ajutorul unei cordeline.

Aproape totdeauna tîrîsxul, chiar corect executat, este epuizant, începătorii sînt, fără excepţie, handicapaţi nu atît de lipsa de experienţă, cît mai ales de panică; aceasta va declanşa reacţii nedorite. Iată cum. Înaintarea decurge acceptabil pînă în momentul în care spatele va ajunge în contact cu tavanul (abdomenul şi pieptul fiind intim lipite de podeaua galeriei). În postură de Atlas, dar fără calităţile acestuia, începătorul simte parcă întreaga greutate a muntelui care îl va strivi inexorabil în clipa următoare. Speriat, va face mişcări necontrolate, va inspira cît mai mult aer şi ... se va bloca tot mai temeinic. Toate acestea pot fi evitate păstrîndu-se calmul, ajustîndu-se bine echipamentul şi eliminînd tot ceea ce ne măreşte volumul sau se poate agăţa.

Marea diversitate de forme şi dimensiuni a lumii subterane creează numeroase restricţii în calea înaintării speologului: galerii tubulare cu secţiunea apropiată de cea a corpului uman, rectilinii sau sinuoase, galerii foarte înalte dar extrem de înguste în care înaintarea se poate face numai lateral etc. A încerca să detaliem o metodă anume de depăşire a acestora este hazardat şi, din multe puncte de vedere, inutil. Fiecare speolog îşi va perfecţiona un stil propriu determinat de talie, gabarit şi agilitate, cu condiţia să persevereze. Totuşi, unele recomandări cu caracter general pot feri speologul începător de multe necazuri.

Atunci cînd înaintarea devine riscantă, indiferent din ce motiv, este bine să ne retragem; alt coechipier, mai experimentat sau noi înşine, în altă tură vom învinge dificultăţile de moment.

În orice galerie pe care o parcurgem tîrîş, secţiunea acesteia fiind apropiată de secţiunea corpului nostru, sacul cu echipament se va purta în faţă; în caz contrar, întoarcerea ne va fi blocată de o eventuală înţepenire a bananei.

În galeriile descendente vom coborî cu picioarele înainte, asigurîndu-ne permanent că urcarea este oricînd posibilă cu ajutorul prizelor sau cheilor; în caz contrar vom desfăşura în prelabil înaintea noastră o coardă sau o scară speologică, pe care le vom folosi şi la coborîre (dacă este necesar) şi la întoarcere.

Se va evita cu orice preţ udarea echipamentului, pentru a nu declanşa stări de hipoterrnie sau epuizare. Nu trebuie să uităm că este bine să ne întoarcem înainte de a simţi oboseala. Totdeauna vom avea de parcurs spre ieşire aceeaşi distanţă şi aceleaşi obstacole care au dus la instalarea oboselii.

PE RÎURILE ŞI LACURILE SUBTERANE

Liniştite sau tumultoase, totdeauna încastrate între pereţii galeriei, pîraiele subterane spectaculoase şi atractive, sînt în egală măsură pline de capcane ascunse. Modul în care le putem străbate este condiţionat de adîncimea apei, viteza şi debitul curentului precum şi de sensul de deplasare în raport cu sensul de curgere. Cizmele scurte sau lungi din cauciuc sînt suficiente în majoritatea explorărilor acvatice, solicitînd din partea speologului o atenţie sporită pentru a evita zonele cu adîncimi mari în care riscă să facă o baie glaciară. De regulă, cele mai mari adîncimi sînt situate în porţiunile concave ale galeriei în care „bate" curentul, dar capriciile acestuia duc la apariţia unor marmite în cele mai imprevizibile locuri.

Cînd pîrîul sau lacul subteran au adîncimi mari, trebuie să folosim costumul de neopren care asigură o bună flotabilitate speologului, sau bărcile gonflabile din cauciuc. Ambele devin însă inutilizabile împotriva unui curent puternic pe care nu-l putem învinge nici înotînd nici vîslînd. În acest caz, pasajele cu probleme pot fi depăşite numai pi în echiparea corespunzătoare a pereţilor, deci prin căţărare şi traversare. Navigaţia subterană în sensul de curgere a apei trebuie făcută cu prudenţă; oricînd poate fi întîlnit un prag sau o cascadă peste care este periculos sau chiar fatal să sărim. Cînd curentul este puternic, viteza de înaintare va fi controlată cu ajutorul unei cordeline sau corzi; acestea vor oferi posibilitatea de-a ne opri în orice moment şi, în orice caz, o întoarcere sigură la punctul de pornire.

Deoarece bărcile gonflabile sînt fragile şi foarte instabile, îmbarcarea şi debarcarea trebuie făcute cu multă atenţie. Oricum, pe parcursul navigaţiei subterane camera de aer poate fi perforată sau barca se poate răsturna. În mod necesar speologul navigator trebuie să fie un bun înotător iar echipamentul să nu-l stînjenească prea mult într-o asemenea situaţie.

Este bine să reţinem faptul că marele inconvenient al unei băi neprevăzute nu este senzaţia neplăcută căreia îi vom fi supuşi, ci riscul de-a ajunge rapid în stare de epuizare fizică, dar mai ales riscul fatal de-a face un stop cardiac (hidrocuţie). Explorarea pîraielor subterane trebuie făcută numai în perioadele secetoase ale anului. Chiar şi atunci prognoza meteorologică trebuie cunoscută, fără ca aceasta să ne scutească însă ele eventuale surprize. O viitură subterană poate transforma un pîrîiaş inofensiv într-un şuvoi distrugător care mătură totul în calea sa. Supravegherea atentă a nivelului apei şi o retragere rapidă în locuri sigure ne vor feri de accidente.

Cel mai redutabil obstacol pe care îl putem întîlni pe cursurile de apă subterană, iar uneori chiar în galeriile fosile este sifonul. În faţa acestuia, competenţa speologului obişnuit este depăşită, singurul apt să continuie înaintarea fiind scafandrul-speolog[1].

CUM COBORÎM PE COARDĂ RAPID ŞI SIGUR?

Fig. 07. Coborîre în rapel prin metoda Dulfer.

În orice moment al explorării deplasarea obişnuitaa a speologului poate fi oprită de un perete sau un puţ. Căţărarea ne va scoate din impas în faţa unui perete, a unei cascade, a oricărui obstacol ascendent. Cum rezolvăm însă coborîrea unui. prag sau puţ. Scara speologică poate fi folosită în acest scop, dar flexibilitatea ei în pasajele aeriene (depărtare de perete) este obositoare mai ales pentru începători. Speologul trebuie să coboare obligatoriu cu o asigurare de sus, asigurare realizată cu ajutorul unei corzi. Deci în puţurile adînci scara va fi dublată de o coardă de asigurare. Rezistenţa corzilor modeme este certă, deci ele pot fi folosite ca mijloc sigur şi rapid de coborîre prin tehnica rapelului, care presupune realizarea unei frecări reglabile pe corp sau pe un dispozitiv de coborîre. Deşi rapelul clasic pe corp (Dulfer) sau pe carabinieră este căzut în dizgraţie în speologie datorită numeroaselor sale inconveniente, fiecare speolog trebuie să cunoască şi să exerseze şi aceste formule primitive, pentru a putea face faţă unor situaţii inedite (fig. 97). Astfel, coborîrea prin metoda Dulfer se poate face oblic (rapel dirijat) spre un obiectiv care trebuie atins. În lipsa centurii şezutului şi a unui dispozitiv de coborîre, rapelul devine posibil confecţionînd o buclă rezistentă din coardă sau chingă pe care o răsucim în formă de opt şi o fixăm în jurul coapselor, în punctul ei de intersecţie montînd o carabinieră prin care introducem coarda.

Cu ajutorul dispozitivelor de coborîre şi al centurilor, rapelul devine o simplă formalitate. Dispozitivul se prinde într-o carabinieră (cu un sistem de siguranţă) la centura şezutului şi se introduce coarda simplă sau dublă în el. Cu o mînă se prinde coarda deasupra dispozitivului, pentru realizarea unui

[1] Problemele complexe ale scufundărilor în general şi a celor în peşteri în mod special sînt pe larg abordate de C. Lascu şi S. Sîrbu, 1987.

echilibru mai bun al corpului, iar cu cealaltă (lateral), capătul de ieşire al corzii din dispozitiv; cu aceasta vom regla viteza de coborîre. Coborîrea trebuie să fie lentă şi fără şocuri, iar viteza astfel reglată încît să nu producă topirea corzii. Pentru mărirea siguranţei în timpul coborîrii şi un mai bun control al vitezei, vom folosi totdeauna o carabinieră suplimentară prin care trece coarda (vezi fig. 74 b_2, b_3).

Indiferent de tipul de rapel sau de dispozitivul de coborîre pe care îl folosim, asigurarea de către un coechipier sau autoasigurarea efectuată cu nodurile Prusik, Obendorf ori cu dispozitivele Shunt sau Gibbs este obligatorie.

În situaţii deosebite şi numai pe distanţe scurte coborîrea pe coardă se poate efectua şi cu ajutorul blocatoarelor, derulînd în sens invers mişcările pe care, în mod normal, le facem pentru a urca pe coardă (vezi Coborîrea cu blocatoare, p. 203).

SĂ URCĂM PE COARDĂ CU FORŢE PROPRII

Coborîrea pe coardă este uneori posibilă chiar şi fără ajutor sau fără un accesoriu suplimentar (carabinieră, coborîtor), în schimb urcarea pe coardă simplă sau dublă fără a folosi un dispozitiv adecvat sau fără a fi tras de un coechipier este practic imposibilă. În situaţii limită putem să urcăm cîţiva metri pe coardă prin forţa braţelor dar această acţiune temerară presupune un consum mare de energie şi este sursa a numeroase accidente. Cînd coarda atîrnă în gol sub un perete surplombat, iar distanţa pe care trebuie să o urcăm este mare, chiar şi o forţă ieşită din comun devine insuficientă pentru a urca liber pe coardă sau a trage un coechipier. Iniţial alpiniştii, iar apoi speologii, au inventat şi diversificat numeroase metode de urcare pe coardă, toate avînd la bază fie noduri, fie dispozitive special construite în acest scop.

URCAREA CU AJUTORUL NODURILOR

Deşi astăzi există o mare varietate de noduri autoblocante sau de noduri combinate cu diverse accesorii (carabiniere, plăcuţe) cunoscute sub denumirea de noduri semimecanice, considerăm că este suficientă cunoaşterea a trei dintre acestea: Prusik (fig. 92 a_1— a_3), Ronsdorf (fig. 92 b)şi elicoidal (fig. 92 c); executate corect şi asamblate într-un sistem adecvat, aceste noduri vor asigura o urcare relativ uşoară pe orice tip de coardă, indiferent de diametru sau de faptul caa este udă sau plină cu argilă. Nodurile se vor efectua numai cu ajutorul cordelinelor, al căror diametru trebuie să reprezinte ½ din diametrul corzii. Deci, atenţie ! O coardă de 9 mm presupune utilizarea unei cordeline de 4 mm diametru, ori aceasta are o rezistenţă insuficientă pentru a asigura o securitate deplină.

Fig. 98. Urcarea pe coardă cu trei noduri Prusik.

Pentru a putea realiza un sistem de urcare cu ajutorul nodurilor sînt necesare 2 sau 3 bucăţi de cordelină, fiecare cu o lungime de 3—4 metri. La unul dintre capete se va face nodul de urcare dorit, iar la capătul opus, nodul pentru bucla de picior (vezi fig. 73 d_1,d_2). Fiecare cordelină gata înnodată trebuie să aibă lungimea potrivită sistemului de urcare pe care îl vom folosi. Această lungime se va regia în funcţie de înălţimea speologului, prin încercări repetate: avînd buclele fixate pe labele picioarelor, nodul inferior trebuie să fie montat pe coardă la înălţimea bărbiei, iar nodul superior, la înălţimea ochilor, (fig. 98). Pentru autoasigurare se va folosi o cordelină mai scurtă, montată între coardă şi centura de piept.

Urcarea se desfăşoară în mai mulţi timpi succesivi. Speologul se găseşte în poziţia „în picioare", paralel cu coarda; flexează piciorul drept, cu mîna stîngă pe coardă îşi menţine echilibrul, iar cu dreapta împinge nodul superior cît mai sus posibil, apoi ridică sub acesta nodul de auto-asigurare; transferă greutatea corpului pe piciorul drept, mîna dreaptă menţine echilibrul iar stînga ridică nodul inferior, simultan cu flexarea piciorului stîng.

Dacă în timpul ridicării nodului superior şi al celui de asigurare coarda este menţinută întinsă de nodul inferior pus sub sarcină, deplasarea acestuia din urmă este mai dificilă deoarece coarda este liberă sub el. Dacă speologul îşi transferă întreagă greutate a corpului în nodul de autoblocare (şi implicit în centuri) mîinile lui devin libere; cu una menţine coarda tensionată sub nodul inferior, iar cu cealaltă deplasează nodul. Coarda poate fi însă menţinută suficient de bine întinsă de către un coechipier sau cu ajutorul unei banane cu echipament pe care o legăm la 0,3—0,5 m deasupra solului.

UN PAS ... ÎN SUS: URCAREA CU BLOCATOARE

Capricioase şi dificil de manevrat, nodurile de urcare au fost trecute treptat în arsenalul de rezervă al speologului, care este obligat să le cunoască, dar care le va folosi numai atunci cînd nu are o alternativă

mai comodă. În paralel, s-au perfecţionat blocatoarele şi metodele de urcare cu ajutorul lor, metode adaptate specificului mediului subteran, urmărindu-se realizarea unui randament maxim în condiţii de siguranţă deplină.

Primul tip de blocator, inventat de Henri Brenot, este folosit în subteran în anul 1932. „Cariera" speologică a acestuia a fost mai mult decît modestă, scara speologică deţinînd supremaţia pînă în deceniul al şaselea. Treptat, avantajele urcării cu blocatoare sînt unanim recunoscute: volum şi greutate mult diminuate în raport cu echipamentul clasic, economie de efort şi viteză mai mare. Scara speologică trece şi ea în echipamentul de rezervă.

Din multitudinea de metode de urcare cunoscute pînă în prezent am selecţionat (ca fiind cele mai bune) doar trei.[1]

Metoda DED. Speologul va fi echipat cu ambele centuri, între care se intercalează un blocator Croll (fig. 99). Un blocator cu mîner va fi prevăzut cu o pedală astfel potrivită încît fixată pe laba piciorului şi bine întinsă, partea lui inferioară să fie cu cîţiva centimetri deasupra celuilalt blocator. Centurile trebuie să fie bine ajustate astfel încît puse în sarcină să nu determine o ridicare a Croll-ului. Între centura şezutului şi blocatorul cu mîner se intercalează o bucată de coardă de 9 mm, care va prelua întreaga greutate a speologului în situaţia în care Croll-ul cedează. În bucla pedalei putem introduce ambele labe ale picioarelor sau una singură. În cazul în care bucla pedalei este simplă, în timpul urcării va scăpa sistematic de pe cizmă, rearanjarea ei necesitînd un surplus de timp şi efort. Inconvenientul poate fi eliminat cu ajutorul nodului de pedală. Folosind un singur picior introdus în pedală, acesta va fi suprasolicitat, deci oboseala se va instala rapid; în schimb, cu ambele picioare în aceeaşi buclă a pedalei va fi greu să ne menţinem o poziţie convenabilă atunci cînd evoluăm foarte aproape de peretele unui puţ. O rezolvare eficientă a problemei se obţine cu ajutorul a două bucle de picior independente care se unesc aproximativ la jumătatea lungimii pedalei. În acest mod putem folosi forţa ambelor picioare său, atunci cînd este necesar, doar a unuia singur, celălalt fiind disponibil pentru controlarea echilibrului şi a poziţiei corpului faţă de perete.

Fig. 99. Asamblarea echipamentului pentru urcarea pe coardă cu metoda DED.

Urcarea decurge în doi timpi: transferînd greutatea corpului în blocatorul de piept, flexăm piciorul (picioarele) şi simultan ridicăm blocatorul cu mîner cît mai sus pe coardă, apoi ne ridicăm în picioare împingînd în pedală; blocatorul de la piept este ridicat automat, pe măsura înaintării bustului. Atenţie însă la coardă ! Mai ales la începutul urcării, aceasta va fi trasă de blocator, deci ea trebuie ţinută întinsă de un coechipier ori de propria banană cu echipament; în caz contrar o vom trage sub blocator cu una din mîini sau vom încerca să o fixăm între cizme. Este necesar să ne amintim permanent că urcarea se obţine împingînd cît mai vertical în picioare şi nu trăgîndu-ne în braţe cu ajutorul blocatorului cu mîner. Risipa de energie va fi eliminată menţinînd poziţia corpului cît mai paralelă cu coarda, alegînd un ritm moderat de urcare şi avînd echipamentul perfect ajustat pe corp.. Aceste recomandări sînt utile şi în.cazul celorlalte metode de urcare.

Fig. 100. Dispunerea corectă a echipamentului pentru urcarea pe coardă cu metoda Jumar.

Metoda Jumar. Echipamentul necesar pentru urcarea pe coardă cu această metodă constă din două blocatoare cu mîner (sau de alt tip), două pedale, centura de piept şi o carabinieră. Cu pedalele întinse şi trecute prin carabiniera centurii, blocatorul inferior trebuie să fie la nivelul bărbiei, iar cel superior imediat deasupra (fig. 100). Urcarea se realizează transferînd greutatea corpului de pe un picior pe altul, prin ... păşire pe verticală în lungul corzii; ridicăm piciorul drept, iar cu mîna dreaptă înălţăm blocatorul superior cît mai sus, apoi trecînd greutatea corpului în pedala acestuia, ridicăm piciorul stîng şi cu mîna stîngă împingem blocatorul inferior pînă sub primul. Urcarea este rapidă, poziţia corectă a corpului determinînd un consum redus de energie ,dar ... nimic nu este perfect. Cordelina din care sînt confecţionate pedalele se uzează rapid, braţele sînt solicitate foarte mult, ele lucrînd deasupra capului, iar ieşirea ambelor picioare din pedale (situaţie puţin probabilă însă) poate conduce la căderea în gol. Pentru obţinerea unei asigurări suplimentare trebuie folosită şi centura şezutului; de la aceasta la blocatorul inferior se va realiza o legătură cu o cordelină rezistentă (său cu lonja lungă).

O plimbare pe coardă[2]. Foarte eficientă şi confortabilă în verticale libere, lungi şi nefracţionate, metoda devine complicată şi obositoare în puţurile înguste, pe corzi înnodate sau fracţionate, deoarece

---

[1] Toate metodele de urcare pe coardă cu ajutorul blocatoarelor aparţin la două categorii: cu pas lung, bazate pe o succesiune de mişcări ale corpului de tipul întins-ghemuit şi cu pas scurt, sau prin “păşire" în susul corzii. Metoda DED aparţine primei categorii, iar metodele Juniar şi Rope-walking, celei de a doua.

[2] Rope-walking.

blocatoarele se montează şi se demontează cu dificultate. Modul de echipare a speologului este prezentat în figura 101. La gleznă şi umăr pot fi folosite numai blocatoare Gibbs, tipul blocatorului de la genunchi fiind indiferent. Mîinile rămîn libere, putînd fi folosite pentru un echilibru mai bun al corpului sau, în apropierea pereţilor, pentru alegerea celei mai bune poziţii la urcare. Există şi o variantă a metodei, variantă în care blocatorul de la umăr este înlocuit cu un blocator Croll (său cu mîner) montat între cele două centuri, deci la piept[1] .

Fig. 101. Echipamentul optim pentru urcarea cu metoda plimbare pe coardă.

Atunci cînd corzile sînt încărcate cu argilă, majoritatea blocatoarelor cu clichet şi arc au tendinţa să alunece sub sarcină, mai ales cînd ele nu mai sînt la prima tinereţe. Situaţia poate deveni primejdioasă, deci trebuie luate unele măsuri preventive: protejarea corzii, verificarea stării „dinţilor" clichetului şi curăţirea acestora sau eliminarea blocatoarelor uzate. Dacă totuşi ajungem în situaţia în care blocatorul alunecă, vom exercita manual o presiune suplimentară asupra clichetului, vom curaaţi pe cît posibil coarda aflată deasupra blocatorului sau vom efectua două înfăşurări ale pedalei peste coardă şi carabiniera de sub blocator (fig. 102). Cea mai rapidă şi sigură metodă este însă introducerea pe coardă a unui blocator suplimentar, deci curat şi cu aderenţă bună şi curăţirea pe rînd a blocatoarelor pe care le-am folosit.

Fig. 102. Obţinerea unei frecări suplimentare, prin înfăşurarea pe coardă a buclei de pedală.

Transportarea echipamentului personal său colectiv în timpul urcării se poate face legînd banana de centura şezutului prin intermediul unei cordeline a cărei lungime o reglăm în funcţie de specificul puţului. În nici un caz banana nu trebuie legată direct de un blocator, nici chiar de cel intercalat între cele două centuri; o poziţie de legare pe laterala centurii ne scuteşte de complicaţii inutile. Atunci cînd bagajele sînt numeroase, voluminoase sau grele, este mai prudent saa le tragem cu coarda. Cu ajutorul unei cordeline care se leagă de bagaje, acestea pot fi dirijate de jos, evitîndu-se astfel eventualele situaţii de blocare sub un obstacol.

[1] Speologii americani folosesc în locul blocatorului de piept sau de umăr, un dispozitiv aparte, Simmons Roller, considerînd caa astfel trecerea unei fracţionări este mult mai uşoară.

CAPITOLUL 12. REZOLVAREA PROBLEMELOR TEHNICE SPECIALE

Am prezentat în capitolele, anterioare echipamentul speologic şi modul în care acesta poate fi folosit cît mai judicios, mai sigur, precum şi metodele de deplasare pe orizontală sau pe verticală într-o peşteră. Este momentul să arătăm cum trebuie folosită corect coarda în explorarea unui aven sau puţ, cum o ancorăm prin fracţionare şi în ce fel o putem dirija pe traseul cel mai avantajos. Securitatea şi eficienţa unei echipe depind nemijlocit de modul în care pregătim terenul de la gura avenului şi de felul în care echipăm verticalele acestuia.

PREGĂTIREA TERENULUI SXI A CORZILOR

Ajunşi la gura avenului (puţului), ne vom asigura în primul rînd că totul în jur este bine fixat, riscul unor dizlocări de blocuri fiind inexistent. În caz contrar, tot ceea ce este mobil sau friabil trebuie îndepărtat cu multă atenţie. O piatră de 2 —3 cm, care cade de la 25—30 m, va perfora cu siguranţă calota celei mai rezistente căşti speologice şi nu numai... Atunci cînd adîncurile verticalelor pe care trebuie să le coborîm sînt cunoscute, corzile (cu lungimi adecvate) vor fi introduse în banane, începînd cu cea corespunzătoare puţului final, în caz contrar, vom sonda cu o piatră adîncimea verticalei, alegînd lungimea corespunzătoare de coardă pentru fiecare puţ în parte.[1] Fiecare coardă va fi prevăzută la capătul inferior cu un nod de siguranţă, formînd o buclă. În caz de neatenţie coborîtorul se va opri în acesta.

Mai ales în ultimul deceniu, calitatea corzilor folosite în speologie a crescut foarte mult fapt care a determinat pe de o parte reducerea diametrului acestora (corzile de 10—11 mm sînt cele mai recomandate), iar pe de altă parte, creşterea nivelului de încredere în ele. Tot în acest deceniu s-a trecut la folosirea unei singure corzi în parcurgerea verticalelor subterane, tehnică eficientă şi sigură atunci cînd este utilizată corect. Calitatea corzilor trebuie să fie în afara oricărei îndoieli, iar în timpul evoluţiei pe ea să nu existe riscul de-a fi deteriorată. Pornind de la acesta necesitate, corzile nu mai sînt lăsate să atîrne libere sub punctul de ancorare, mulînd evetual asperităţile tăioase ale pereţilor. Asemenea situaţii trebuie înlăturate cu multă atenţie .. Dar cum ?

FRACŢIONĂRI ŞI DEVIERI

Pînă la sfîrşitul anilor '70 corzile erau desfăşurate în puţuri pe toată lungimea lor, indiferent de configuraţia golului, avînd unul-două ancoraje la partea superioară. Coarda, pusă sub sarcină în partea inferioară, se freca în numeroase puncte ale puţului, uzîndu-se rapid şi periclitînd securitatea speologilor. Fracţionarea corzilor a apărut ca o necesitate evidentă, această tehnică presupunînd eliminarea punctelor de frecare la perete prin folosirea unor ancoraje intermediare pe parcursul aceleiaşi lungimi de coardă. Problema ancorării corzii la partea superioară (în cazul fracţionărilor) se rezolvă în funcţie de configuraţia intrării în aven sau puţ.

De cîte ori este posibil se va realiza o echipare în zona de intrare prin intermediul unei balustrade (cu o poziţie laterală faţă de verticală), pe un perete aflat deasupra buzei puţului. Balustrada va fi ancorată în două pitoane de capăt şi va conduce pînă deasupra verticalei. În acest loc se vor bate cele două ancoraje ale primului tronson de coardă fracţionată. Pitoanele pot fi amplasate pe orizontală, decalate cu 25—30 cm, astfel încît ancorajul principal (AP) de la care coarda va pleca în jos, să aibă o poziţie optimă (fig. 103 a).

Fig 103. Amplasarea punctelor de fracţionare a corzii, în funcţie de morfologia golului subteran: a) intrare suborizontală cu balustradă şi ancoraje în verticala puţului; b) ancoraje în „Y" în deschideri de aven (sau puţ), cu buclă ajutătoare pentru ieşire. AP=ancoraj principal; AS=ancoraj secundar.

Dacă pitoanele nu pot fi bătute pe orizontală ci numai pe verticală, ancorajul principal (AP) va fi situat totdeauna sub cel secundar (AS). Cînd o intrare din laterală în verticala puţului sau avenului nu este posibilă, putem folosi un ancoraj între două pitoane aflate pe pereţii opuşi, între care coarda va fi legată în „Y", cu un unghi de maxim 60° între cele două ramuri. Capătul corzii va fi fixat la suprafaţă (sau deasupra

[1] O piatră cu greutate de 200 — 300 g va parcurge în cădere liberă aproximativ 35 în în 3 secunde, 60 m în 4 secunde şi 85 m în 5 secunde.

buzei puţului) în două puncte sigure, bucla formată de aceasta fiind necesară pentru manevrele de intrare sau ieşire (fig. 103 b). Speologul care echipează puţul va alege punctele de ancorare a corzii astfel încît aceasta să evite frecarea de perete pe-o lungime cît mai mare. Folosind coborîtorul şi o formă adecvată de autoasigurare la rapel, începe coborîrea. În.locul în care coarda se freacă de perete se opreşte (urcă dacă este necesar) şi cu ajutorul unui spit sau piton realizează un alt ancoraj al corzii, a cărei lungime este astfel fracţionată. Locul exact al fracţionării va fi ales prin încercări. În general, un singur spit (sau piton) este suficient la o fracţionare. Între două puncte extreme ale unei fracţionări, coarda trebuie să fie mai lungă cu aproximativ un metru; în caz contrar, coborîtorul nu poate fi introdus sau blocat pe coardă. Atenţie însă ! O buclă prea lungă va genera o forţă-şoc mai mare pe punctul superior de ancorare (AS), în situaţia în care cel inferior cedează (AP).

Dacă pe parcursul coborîrii „aterizăm" pe o platformă, se va lăsa o lungime de coardă suficientă pentru a putea acoperi înreaga lăţime a platformei, iar la marginea acesteia, secvenţa superioară de coardă va fi ancorata într-un piton, iar cea inferioară în altul (fracţionare dublă), cu o buclă lejeră între ele (fig. 103 a). În unele verticale lungi şi libere, fracţionarea corzii este inutilă, dar coarda poate fi prea scurtă. În acest caz înnădim două corzi (cu ajutorul nodului „în opt" executat prin urmărire în sens invers), la capătul corzii superioare realizînd o buclă pentru uşurarea trecerii (vezi fig. 90 e).

Cînd coarda aflată sub o fracţionare este prea scurtă pentru a ajunge la baza puţului sau la fracţionarea următoare, ea va fi adunată şi legată. Această coardă, precum şi cea care va fi folosită în continuare, vor fi introduse în carabiniera ancorajului fracţionării în modul ilustrat în figurile 90 f şi g. Aceeaşi modalitate de ataşare în carabinieră va fi folosită şi pentru două corzi diferite.

Fig. 104. Dispozitive pentru devierea corzii în punctele de frecare la perete: a) spirală; b) carabiniera; c) buclă de ancorare (AS).

Dintre avantajele fracţionării trebuie să reţinem: evitarea deteriorării rapide a corzilor, depăşirea rapidă a unor obstacole (surplombe, cascade), mărirea gradului de siguranţă datorită ancorajelor intermediare, reducerea tendinţei de pendulare sau rotire a speologului, precum şi posibilitatea ca pe fiecare tronson al corzii să evolueze (atît la urcare cît şi la coborîre) cîte un speolog. Deci teoretic, pe o coardă de 80 m lungime pe care există 5 fracţionări, ar putea evolua aproximativ simultan 5 speologi, cu condiţia ca fiecare să se afle pe un tronson diferit. Practic însă o asemenea situaţie trebuie evitată deoarece în cazul în care ancorajul ultimei fracţionări cedează, forţa-şoc rezultată se va transmite în sus amplificată de greutatea speologului aflat pe tronsonul superior, ajungînd la valori care pot determina smulgerea ancorajelor sau ruperea corzii. Pentru ca tronsoanele să poată fi folosite simultan, ancorajele lor trebuie să fie făcute în două pitoane independente.

Evitarea punctelor de frecare a corzii se poate obţine şi fără fracţionării, prin simpla deviere a traseului vertical al acesteia cu ajutorul pieselor ilustrate în figura 104, a unei bucăţi de cablu de oţel (sapan) avînd două orificii pentru ataşare, sau a unei cordeline agăţate în peretele opus punctului de frecare. Toate modalităţile de protejare a corzilor trebuiesc folosite cu discernămînt, în funcţie de particularităţile morfologice ale golurilor explorate. Uneori însă fracţionările şi devierile nu sînt suficiente pentru protejarea acesteia; în acest caz, punctele de frecare vor fi echipate cu bucăţi de cauciuc ori cu proprii saci de echipament, sau pe coardă se vor introduce teci adecvate de protecţie.

În toate situaţiile în care rămîne un excedent de coarda, aceasta va fi adunată şi legată, sau va fi băgată în banană, care va fi depozitată în locuri protejate.

TRECEREA FRACŢIONĂRILOR LA COBORÎRE

O coardă care atîrnă liber sub ancoraj nu pune probleme deosebite la rapel, iar urcarea depinde în special de rezistenţa noastră fizică şi psihică. Pitonul unei fracţionări pe care îl vedem la 10—15 m deasupra noastră, este mult mai încurajator decît firul subţire al corzii care se „topeşte" undeva în întuneric. Fracţionările ori nodurile de legare a două corzi şi, într-o măsură mult mai mică, devierile, întrerup continuitatea corzii pe care altfel ne-am deplasa mai uşor. Pentru a le putea depăşi, trebuie să executăm anumite operaţiuni într-o succesiune logică.

Coborîm în rapel şi ne apropiem de o fracţionare. Vom proceda în felul următor: (1) cuplăm lonja scurtă la carabiniera fracţionării şi continuăm coborîrea pînă cînd greutatea corpului este preluată de centura şezutului; (2) scoatem coborî torul de pe coardă şi îl montăm sub fracţionare, cît mai sus posibil, apoi îl blocăm, avînd astfel ambele mîini libere; (3) scoatem lonja scurta din carabiniera fracţionării, dar pentru aceasta ea trebuie scoasă din sarcină, călcînd în bucla fracţionării superioare sau folosind o scăriţă de

escaladă prinsă la piton; (4) transferăm progresiv greutatea corpului în coborîtor, îl deblocăm şi reluăm rapelul. Coborilorul în formă de opt este contraindicai la trecerea fracţionărilor.

TRECEREA FRACTURĂRILOR LA URCARE

Nu ridică probleme deosebite dacă folosim metodele DED sau JUMAR: (1) din prudenţă vom cupla una din lonje la carabiniera fracţionării; (2) demontăm blocatorul supertor de pe coardă şi îl montăm deasupra pitonului suficient de sus pentru ca sub el să poată fi introdus al doilea blocator;[1] (3) trecem greutatea corpului în blocatorul superior şi mutăm al doilea blocator (cel inferior) sub acesta; (4) scoatem lonja din carabinieră şi continuăm urcarea.

TRECEREA DE LA URCAREA PE COARDAA LA COBORÎRE ŞI INVERS

Schimbarea sistemului de urcare în cel de coborîre nu prezintă nici o dificultate; (1) se instalează coborîtorul pe coardă sub blocatorul inferior, după care se blochează (coborîtorul); (2) sprijinind piciorul în bucla blocatorului superior, degajăm blocatorul inferior şi transferăm greutatea corpului pe coborîtor; (3) desprindem şi blocatorul superior, după care putem începe coborîrea. Cele trei dispozitive trebuie să fie însă suficient de apropiate unul de altul, pentru a evita riscul de a rămîne suspendaţi de blocatorul superior.

Trecerea de la coborîre la urcare se face după cum urmează: (1) se vor lăsa l—2 metri de coardă înainte de a ajunge la ancorajul fracţionării; (2) ataşînd un blocator deasupra coborîtorului, continuăm coborîrea pînă ce greutatea corpului este preluată de blocator; (3) înainte de a scoate coborîtorul ataşăm un al doilea blocator sub primul, pentru auto-asigurare, apoi se racordează blocatorul la centura de piept sau şezut, în funcţie de metoda de urcare pe care intenţionăm să o folosim şi începem urcarea. Succesiunea manevrelor este identică şi pentru trecerea de pe o coardă pe alta.

DEPĂŞIREA NODURILOR LA COBORÎRE

Atunci cînd nodurile pe coardă nu apar accidental (situaţie nedorită) sînt practicate pentru înnădirea a două corzi într-o verticală prea lungă, dar în acest caz vom face şi o buclă suplimentară cu capătul corzii superioare (vezi fig.90e). Pentru a trece coborîtorul sub acest nod trebuie efectuate următoarele manevre: (1) oprim coborîrea în rapel cu 0,8—1 m deasupra nodului şi blocăm coborîtorul; (2) cu ajutorul unei bucle de cordelină (7 mmΦ) executăm nodul Obendorf pe coardă, deasupra coborîtorului, cuplînd bucla la centura şezutului; (3) deblocăm coborîtorul şi coborîm pînă cînd greutatea corpului este preluată de centură; (4) scoatem coborîtorul de pe coardă şi îl montăm imediat sub nod, apoi îl blocăm; (5) actxionînd nodul Obendorf la partea lui superioară, acesta va culisa lent în jos, iar greutatea corpului este preluată de coborîtor; (6) desfacem cordelina, deblocăm coborîtorul şi reluăm rapelul. Nodul Obendorf poate fi înlocuit cu un blocator Shunt sau cu două blocatoare, din care unul cuplat la o pedală sau la o scăriţă de escaladă, dar ultimul caz presupune manevre delicate pentru depăşirea nodului precum şi un consum suplimentar de energie.

TRECEREA SURPLOMBELOR LA URCAREA PE COARDĂ CU DISPOZITIVE

Surplombele constituie obstacole redutabile la urcarea pe o coardă nefracţionată, deoarece aceasta se întinde sub greutatea corpului proprie iar blocatorul nu mai poate fi deplasat între ea şi suprafaţa peretelui. Dificultatea pasajelor surplombate variază pentru diferitele sisteme de urcare, dar metoda de trecere rămîne în sine aceeaşi. Pentru a putea urca uşor, cînd în timpul coborîrii se ajunge deasupra surplombei, se bate un piton la care se ataşează o bucată de coarda suficient de lungă pentru a depăşi cu l —2 m zona dificilă. Pe capătul care atîrnă liber se va face un nod de siguranţă. La urcare, blocatorul superior de pe coarda principală se mută pe coarda scurtă şi se împinge cît mai sus, apoi se transferă greutatea corpului pe acesta. În acest mod, blocatorul inferior poate fi deplasat în sus pe coarda principalăi Folosind alternativ cele două blocatoare aflate pe.corzi diferite, obstacolul poate fi depăşit.

---

[1] Totdeauna, blocatorul superior trebuie oprit la 3 —5 cm de un nod, pentru a-l putea scoate de pe coardă; în caz contrar singura soluţie rămîne tăierea corzii.

FOLOSIREA BLOCATOARELOR ŞI COBORÎTOARELOR ÎN ALTE SCOPURI

Create iniţial pentru urcarea şi coborîrea pe coardă, blocatoarele şi coborîtoarele s-au dovedit cu timpul potrivite şi altor scopuri fiind folosite individual, sau în combinaţie cu unele accesorii din bagajul speologului.

Fig. 105. Modalităţi de folosire a blocatoarelor: a) pentru asigurarea de sus; b) pentru autoasigurare la urcarea pe scara speologică.

Cu ajutorul unui blocator şi a unei role cuplate la un piton prin intermediul unei carabiniere, putem face asigurarea unui coechipier care urcă (fig. 105 a). Acelaşi montaj este adecvat şi în situaţia în care ridicăm bagajele cu ajutorul corzii.

Dacă pentru urcare se foloseşte scara speologică iar în paralel cu aceasta există şi o coardă, un blocator cuplat între centuri sau lateral la centura şezutului va constitui o bună posibilitate de autoasigurare (fig. 105 b).

Coborîrea cu blocatoare. Lent, foarte obositor pentru braţe şi uneori periculos, acest procedeu trebuie practicat numai cînd nu există altă posibilitate. Blocarea sau accidentarea unui coechipier pe coardă determină necesitatea de-a coborî la acesta, chiar dacă echipa nu dispune de o coardă de rezervă, într-o astfel de situaţie coarda fiind sub sarcină, folosirea unui coborîtor nu este posibilă. Uneori, cînd în timpul urcării cu blocatoare trebuie să coborîm o distanţă redusă pentru un motiv anumit, este mai obositor să trecem la rapel pentru cîţiva metri, iar apoi să remontăm blocatoarele, decît să coborîm folosindu-le pe acestea, derulînd operaţiile de urcare în sens invers. Pentru a putea deplasa un blocator în jos pe coardă, mai întîi îl scoatem de sub sarcină, apoi îl împingem foarte puţin în sus pentru a elibera clinchetul; acesta va fi menţinut depărtat de coardă, fiind eliberat numai în momentul în care blocatorul ajunge în poziţia dorită. Manevrele trebuie executate separat pentru, fiecare blocator.

Fig. 106. Traversare pe tiroliană a unor verticale ample: a) coarda de sarcină ; b) coarda pentru asigurare şi tracţiune.

Traversări pe balustrade şi tiroliene.* în speologie sînt foarte frecvente balustradele amenajate în apropierea pereţilor, la intrare într-un puţ şi deasupra unor lacuri adînci sau la partea superioară a cascadelor. Deplasarea pe aceste balustrade este relativ simplă, speologul realizînd o autoasigurare cu ajutorul lonjelor, pe care le trece succesiv peste punctele de ancorare. Evoluţia pe tiroliană este mai dificilă, întinsă şi ancorată corect între doi pereţi, coarda va avea (la mijloc) o săgeată cu un unghi de 120°. Unghiurile mai apropiate de 180° solicită exagerat punctele de ancorare, iar cele mai mici crează probleme suplimentare la înaintare.

Parcurgerea în deplină siguranţă a unei tiroliene, indiferent de sens, se poate realiza folosind două corzi, ambele ancorate, individual la cele două capete, deci în total patru ancoraje (fig. 106). Speologul coboară pe ramura descendentă a corzii de asigurare folosind coborîtorul, iar lonja lungă (montată la centura şezutului) culisează pe coarda de sarcină prin intermediul unei carabiniere. Aproape de zona mediană a tirolienei se renunţă la coborîtor, iar înaintarea se va face prin tracţiune manuală pe coardă. În momentul în care tracţiunea liberă este obositoare, se vor monta blocatoarele pe coarda de asigurare, parcurgînd astfel ramura ascendentă.[1]

Unele traversări simple se pot rezolva în modul ilustrat de figura 94.

Sisteme de tracţiune. Intraţi adînc în inima muntelui, la kilometri distanţă sau sute de metri adîncime[2], bagajele, uşoare la început, apasă tot mai greu pe umeri, oboseala instalîndu-se treptat. Oricît de eficiente ar fi, metodele de urcare pe coardă storc constant rezervele de energie. Ce facem însă cu bagajele, sau ce facem cu un coechipier mai puţin rezistent, uneori epuizat fizic sau — se mai întîmplă — accidentat. Între noi şi lumea exterioară sînt galerii nesfîrşit de lungi, puţuri parcă nefiresc de adînci pe care trebuie să le urcăm. Nici unul dintre mijloacele tehnice moderne de intervenţie de la suprafaţă nu ne poate ajuta, căci puţine sînt peşterile lumii în care maşina poate parcurge abia cîteva sute de metri, iar cariera speologică a elicopterului n-a început încă. Nu motoarele cu zeci de cai putere ne vor scoate din dilemă, ci proprii noştri muşchi a căror forţă poate fi multiplicată. Cu ce şi cum?

Materialul folosit curent într-o acţiune de explorare este suficient pentru a realiza un sistem de scripeţi, deci: coardă, cordelină, blocatoare, role de scripeţi, carabiniere şi pitoane. Un scripete va crea un

---

[1] Metodă descrisă de Mongomery, 1977.

[2] Reamintim cu acest prilej cu cea mai lungaa peşteră a ţării se apropie de 41 km lungime (Peştera Vîntului din Pădurea Craiului), iar cea mai denivelată este Peştera de la Izvorul Tăuşoarelor din Munţii Rodnei cu 478 m (— 373; +105).

avantaj mecanic (AM), care poate fi definit ca raportul dintre o sarcină şi forţa necesară pentru ridicarea acesteia. Dacă pentru ridicarea unui coechipier de 80 kg, folosim o forţă de 40 kg, am realizat un avantaj mecanic (teoretic) cu valoarea 2; deci AMT=2. Frecările inerente ale corzii prin dispozitivele scripetelui vor face însă ca forţa necesară să fie mai mare de 40 kg, deci avantajul mecanic practic (AMP) va fi mai mic decît 2.

Se cunosc în prezent cîteva zeci de sisteme de scripeţi, care crează avantaje mecanice între 1,6 şi 9, ele putînd fi realizate cu blocatoare sau cu noduri, putînd fi montate la baza unui puţ ori la partea lor superioară. Toate presupun folosirea unei lungimi de coardă de 3—6 ori mai mare decît distanţa de ridicare a sarcinei.

Sistemul în formă de „Z" (AM=3). Aranjamentul „Z" şi-a primit numele de la forma luată de coarda trecută prin sistem. Accentuăm că linia corzii principale şi linia corzii de tracţiune sînt de fapt părţi ale aceleiaşi corzi. Acesta este cel mai simplu sistem care asigură avantaje mecanice rezonabile, folosind o singură coardă. Imaginaţi-vă sistemul din figura 107 a în acţiune: scripeţii se apropie tot mai mult pe măsură ce acţionăm asupra corzii de tracţiune; în momentul în care scripeţii se alătură, primul ciclu ia sfîrşit. Sarcina se transferă pe blocatorul-frînaa Roblo (care devine automat blocatorul de securitate), iar sistemul de tracţiune Trablo se montează în poziţia iniţială pentru ciclul următor. Toate avantajele mecanice s-ar pierde fără forma “Z” a sistemului.

Fig. 107. Sisteme de scripeţi: a) în formă de „Z"; b) autoelevator. Ro=Roblo: Tr=Trablo

Fig. 108. Scripetele Garda.

Sistemul autoelevator. Este, de fapt, sistemul „Z” răsturnat şi constituie cea mai bună metodă de ridicare a unui accidentat (fig. 107 b). Atunci cînd există un singur salvator, acesta va prelua automat şi sarcinile unui însoţitor. Salvatorul urcă (folosind propriul lui sistem) la cîţiva metri deasupra accidentatului, deplasînd simultan combinaţia Trablo. După ce ataşează la aceasta cele două pedale, ridică accidentatul cît mai aproape de el, după care poate relua ciclul următor de urcare.

Sistemul Garda (AM=2,2). Dacă este necesar să realizăm un scripete şi nu avem blocatoare, dar dispunem de 4 carabiniere şi o bucată de cordelină, se poate monta scripctele din figura 108. Două carabiniere vor fi folosite pentru realizarea nodului Garda, iar alte două, pentru cuplarea unui nod Prusik pe coardă şi pentru asamblarea sistemului.

Din cele prezentate în acest capitol, se desprinde o concluzie importantă. Speologul explorator trebuie să deţină cunoştinţe temeinice despre mediul subteran, să stăpînească perfect echipamentul şi metodele cu ajutorul cărora va putea depăşi orice obstacol, fiind totodată conştient de riscurile pe care le înfruntă.

CAPITOLUL 13. CAUZELE ACCIDENTELOR SPEOLOGICE ŞI EVITAREA LOR

Fără îndoială, speologia este o ramură a activităţii umane cu o oarecare cotă de risc. Speologul este pregătit să îl înfrunte. El are cunoştinţe teoretice şi practice solide, acumulate în timp şi verificate în acţiune, este un bun cățărător, stăpîneşte toate manevrele cu coarda, ştie să atace dificultăţile cu armele din „panoplia" cu echipament, deci poate învinge aproape orice abstacol, împingînd explorarea pînă la limita posibilului. Deplasările frecvente în labirintul subteran i-au dezvoltat simţul de orientare, reflexele îi sînt prompte, a învăţat să descifreze mesajul unui curent de aer sau semnificaţia unei forme din relieful galeriilor. Astfel pregătit, numai în situaţii de excepţie este expus unor incidente neplăcute. În schimb, turiştii sau chiar speologii începători, sînt foarte expuşi unor accidente. Lumea subterană este ostilă, plină de obstacole, de pericole care trebuie cunoscute pentru a putea preveni accidentele.

PERICOLE OBIECTIVE

Sînt datorate unor fenomene naturale greu sau imposibil de anticipat, cum ar fi descărcări electrice, cutremure, topiri bruşte de zăpadă sau averse puternice de ploaie în urma cărora se produc viituri subterane, adesea devastatoare.

Descărcările electrice nu au, aparent, nimic comun cu peşterile şi totuşi ele se pot transmite prin scurgerea curentului în lungul scărilor speologice sau a corzilor ude ancorate la gura unui aven, ori în lungul pîraielor care pătrund în subteran.

Cutremurele, torentele de apă sau dezgheţul de primăvară, pot mobiliza materialele instabile din tavanul galeriilor sau din puţuri şi avene. În asemenea situaţii căştile oferă doar o protecţie iluzorie. Este bine să alegem pentru aşteptare, în timp ce un coechipier urcă sau coboară o verticală, locuri situate în afara tracctoriei unor posibile căderi de pietre. De asemenea, la prima coborîre într-un puţ, speologul trebuie să cureţe cu atenţie pereţii şi toate platformele, aruncînd în gol orice piatră instabilă.

Masele de prăbuşiri reprezintă adevărate capcane pentru speologi. Tavanele sau pereţii unor săli sînt adesea pline de bolovani suspendaţi, iar în unele diaclaze există poduri de aluviuni nemişcate de milenii care pot fi dizlocate întîmplător. De aceea, masele de blocuri aflate într-un echilibru precar trebuie ocolite cu grijă.

Apa constituie principalul pericol subteran, mai ales în cazuri de creştere bruscă a debitelor (viituri), în urma cărora pot surveni următoarele situaţii: (1) formarea valului de viitură care mătură totul pe parcurs; (2) reactivarea unor galerii şi puţuri seci şi formarea cascadelor care împiedică urcarea; (3) creşterea nivelului apei în galerii orizontale care nu mai pot fi parcurse din cauza curentului puternic de apă; (4) inundarea sectoarelor coborîte ale galeriilor şi transformarea acestora în sifoane;[1] (5) închiderea intrării peşterilor prin formarea de sifoane.

Cunoaştem forţa devastatoare a viiturilor la suprafaţa terenului unde şuvoaiele de apă pot părăsi albia propriu-zisă, inundînd luncile. Această posibilitate lipseşte în subteran, căci apa este obligată să circule pe galerii (conducte) cu secţiuni variabile. Orice strangulare a galeriei determină o creştere corespunzătoare a vitezei de curgere şi aşa mare datorită pantelor accentuate. În subteran viiturile se transmit brutal, iar creşterea nivelului apei este, în mod frecvent, cvasi instantanee mai ales în urma averselor de ploaie sau a topirii zăpezilor. În asemenea situaţii frontul viiturii este un adevărat perete de apă, iar zgomotul pe care-l produce este asurzitor. Cum putem evita întîlnirea cu o viitură subterană? Într-un singur mod şi anume, alegînd perioada optimă de explorare în lunile cu precipitaţii atmosferice reduse sau cu temperaturi negative stabile ale aerului (iarna). Uneori, consultarea prognozei meteorologice înaintea plecării în tură, se poate dovedi foarte utilă. Dacă totuşi sîntem în subteran, la primul indiciu de viitură (curent de aer foarte puternic pe galerii unde era inexistent sau slab, zgomot caracteristic, creşterea nivelului apei pîraielor), ne vom retrage rapid în cel mai înalt loc posibil şi vom aştepta cu răbdare scăderea apelor, economisind rezervele de hrană şi lumină. În nici un caz nu ne vom precipita spre ieşire. Aversele de vară sînt puternice, dar foarte rar au o durată mare. Păstrarea calmului şi evitarea panicii ne vor ajuta să

[1] în sens speologic, prin sifon este definită o galerie în formă de U, ocupataa integral de apă. Atunci cînd tavanul unei galerii coboară brusc, planşeul rămînînd relativ orizontal, se formează un semi-sifon sau tavan înecat.

ieşim cu bine din impas.

La echiparea avenelor (puţurilor), se va ţine cont de eventualitatea formării cascadelor, traseul de coborîre fiind ales în afara bătăii acestora. Un şuvoi de apă exercită o forţă de 810 ori mai mare decît un curent de aer. În mod cert, în confruntarea cu o cascadă, nu vom avea ultimul cuvînt.

Atunci cînd o peşteră sau aven de mari dimensiuni necesită ture succesive de explorare sau cartare, se vor repera locurile cele mai indicate pentru refugiu, în care se pot depozita rezerve de hrană, carbid şi chiar echipament de bivuac.

În general, apa din peşterile ţării noastre are temperaturi mai micaa de 8°C, ceea ce face ca ea să reprezinte un pericol în sine, deoarece căderea în apă a unui speolog încălzit şi transpirat poate declanşa stopul cardiac cunoscut sub denumirea de hidrocuţie.

Este important să ştim că apa consumă din energia corpului uman de 27 de ori mai multă căldură decît un curent de aer cu aceeaşi temperatură. Organismul uman poate rezista într-o apă de 5°C cel mult o oră, deci băile glaciale trebuie evitate obligatoriu.

CAUZELE SUBIECTIVE ALE ACCIDENTELOR SPEOLOGICE

Acestea derivă aproape totdeauna din greşeli de comportament sau din evaluarea eronată a potenţialului fizic. Cauzele de natură fizică sînt: oboseala, epuizarea, surmenajul, starea de boală, diminuarea capacităţii de efort ca urmare a consumului de alcool şi a nicotinei. Sînt handicapaţi din start cei cu vederea slabă, precum şi cei care suferă de claustrofobie. La acestea se adaugă unele cauze de ordin psihic cum ar fi panica, subaprecierea unei situaţii, supraaprecierea propriilor posibilităţi, teribilismul şi dorinţa de afirmare cu orice preţ în faţa coechipierilor.

Să vedem care sînt principalele greşeli care decurg din situaţiile psiho-fizice enumerate mai sus: absenţa sau insuficienţa măsurilor de asigurare sau autoasigurare, insuficienta vetificare a materialului pe care-l utilizăm, legarea incorectă în coardă şi centuri, insuficienta verificare a prizelor în timpul căţărării, pierderea echilibrului (toate determinînd căderea speologului), blocarea în diaclaze sau pasaje de trecere foarte înguste, diminuarea treptată a atenţiei şi siguranţei mişcărilor.

Sub acţiunea continuă a unei sume de solicitări care acţionează în aceeaşi direcţie şi care depăşesc capacitatea de adaptare la efort, apare procesul de oboseală, cu cele doua componente ale sale: neuro-musculară şi neuro-psihică.

Randamentul este diferit pentru fiecare individ în parte şi este determinat de condiţia fizică, antrenament, starea de sănătate, viteza de adaptare la condiţiile specifice din subteran, ritmul biologic şi de unii factori de natură psihică. Efortul prelungit, fie el practicat cu plăcere, determină în timp instalarea oboselii, a surmenajului sau epuizării fizice, ca urmare a scăderii progresive a rezervoarelor de energie din corp. Evitarea acestor situaţii se poate realiza prin respectarea timpului de efort şi odihnă, o alimentaţie corespunzătoare şi la intervale scurte, consumarea de lichide calde şi dulci, dar şi prin evitarea consumului inutil de energie.

Capacitatea de efort a organismului variază în decursul a 24 ore, avînd două maxime (orele 9 şi 19) şi două minime (orele 3 şi 14), determinate de ritmul tonusului neuro-vegetativ. Într-o tură de explorare speologică poate intra în activitate pînă la 80% din capacitatea maximă de efort a individului, dar este riscant să atingem acest nivel. Efortul consumat pentru înaintare trebuie astfel dozat, încît să rămînă o rezervă suficienta de energie pentru întoarcere.

Pe de altă parte, speologia acrobatică indispensabilă parcurgerii verticalelor subterane, presupune folosirea centurilor. Oricît de perfecte ar fi acestea, şederea în ele nu este nelimitată; chingile exercită o presiune constantă care se traduce printr-o irigare sanguină insuficientă, aceasta determinînd în final şocul ortostatic. Chiar înainte de instalarea acestuia, membrele vor amorţi treptat, ele devenind inapte pentru acţiuni menite să ne scoată din impas.

În fine, alcătuirea echipei este de importanţă majoră. Subliniem că solitarismul este incompatibil cu speologia, o echipă trebuind să fie alcătuită din cel puţin trei speologi, indiferent care este scopul intrării în subteran. Ceea ce pentru o echipă este doar un obstacol, pentru individ poate fi un.pericol major, iar o banală neglijenţă poate conduce la un accident grav, pe care solitarul îl va suporta cu toate consecinţele care decurg din lipsa coechipierilor. Membrii echipelor vor fi selecţionaţi în funcţie de aptitudinile, individuale, aptitudini corespunzătoare scopului general al acţiunii. Este bine să ne amintim că la începutul carierei speologice, fiecare doreşte să atragă atenţia asupra sa desfăşurînd o activitate intensă, multilaterală, dar în această perioadă competenţa este invers proporţională cu intenţiile.

O altă categorie importantă de cauze care pot genera accidente o constituie echipamentul şi materialele de explorare insuficiente, necorespunzătoare sau uzate, iar dintre acestea menţionăm:

echipament de protecţie neadecvat (cască improvizată sau lipsa, încălţăminte alunecoasă, îmbrăcăminte sumară sau udă), corzi, carabiniere, coborîtoare şi blocatoare uzate sau defecte, deficienţe ale mijloacelor de iluminat (lumină insuficientă sau lipsă), precum şi utilizarea greşită a materialelor de explorare. Din însăşi enumerarea acestor neajunsuri rezultă şi măsurile care se impun pentru evitarea accidentelor. În acelaşi scop, adăugăm că planificarea deplasărilor în anotimpul cel mai potrivit, precum şi instruirea atentă a debutanţilor (expuneri, proiecţii de diapozitive, exerciţii practice la exterior şi în subteran) sînt de un real folos.

CARE SÎNT ACCIDENTELE POSIBILE ÎN SPEOLOGIE

Din cele prezentate în acest capitol rezultă faptul că apa, direct sau indirect, căderile din perete sau de pe coardă, căderile de pietre şi blocarea speologului pe coardă sau în pasaje foarte înguste sînt principalii factori care pot genera accidente, acestea putînd fi specifice sau nespccifice speologiei.

Accidentele nespecifice, adică cele care pot surveni oriunde în altă parte sînt: contuzii, plăgi, entorse, luxaţii, fracturi, hemoragii (externe sau interne) şi înecul. Nu este necesar să ne oprim asupra lor deoarece sînt, în general, bine cunoscute tuturor.

Accidentele specifice, care survin mai ales în subteran (dar nu exclusiv) sînt: claustroiobia, hidrocuţio, hipotermia şi blocarea corpului în zone înguste.

Claustrofobia este o stare psihică aparte, anormală. În spaţii limitate, aparent închise, unele persoane au senzaţia de sufocare, de strivire. Ca urmare, acestea intră în panică încercînd să se elibereze (strigă, devin incoerente, fug spre locul în care spera să găsească ieşirea). Claustrofobia este incompatibilă cu practicarea speologiei.

Hidrocuţia se produce de regulă la organismele obosite sau epuizate fizic ori psihic şi este datorată unui reflex nervos care opreşte inima la contactul brusc al corpului cu o apă foarte rece (stop cardiac urmat de stop respirator). Deci, băile subterane sau înotul voluntar (fără costum special de protecţie) trebuie evitate cu multă atenţie.

Hipotermia este scăderea temperaturii interioare a organismului sub 37°C. Într-o primă fază, pînă la 34°C, se instalează o stare de supraexcitare, tremurături violente, stări confuzionale, puls şi respiraţie mărite; între 34— 30°C apare somnolenţa, absenţa totală care alternează cu stare de inconştienţă, încordarea musculaturii, scăderea pulsului şi încetinirea respiraţiei; între 30—27°C inconştienţa este totală şi permanentă, reflexele inexistente, pulsul imperceptibil şi respiraţia slabă şi discontinuă; sub 27°C apare moartea clinică. Cauzele care conduc la hipotermie sînt variate şi acţionează cel mai des cumulate: frigul, umezeala, aclimatizare insuficientă, eforturi exagerate, hrană insuficientă, stare de boală sau de convalescenţă. Pentru a combate hipotermia trebuie să procedăm rapid şi competent. Bolnavul va fi îmbrăcat în haine uscate şi călduroase, va fi izolat de sursele de umezeală şi frig (cu ajutorul foliei termoreflectante ori a sacului de bivuac) şi va consuma cît mai multe băuturi calde şi dulci (dar în nici un caz alcool); nu va face mişcări voluntare şi va fi transportat într-un loc bine încălzit, cît mai repede posibil.

Blocarea corpului în spaţii înguste determină apariţia panicii, a senzaţiei de sufocare. În asemenea cazuri, păstrarea calmului, mişcările lente efectuate cu plămînii în expiraţie, precum şi ajutorul acordat de coechipieri pot rezolva cu bine situaţia.

Fiecare speolog este dator faţă de el însuşi şi faţă de coechipieri să cunoască regulile de prim ajutor, să ştie să aplice un pansament, un garou sau o atelă, să facă respiraţie artificială şi să ia toate măsurile de salvare a unui accidentat.

COMPORTAREA ECHIPELOR ÎN CAZ DE ACCIDENT

Nedorite, accidentele pot totuşi să se producă, iar echipa trebuie să fie în măsură să intervină, fără ca prin ceea ce face să agraveze starea accidentatului. După producerea unui accident, echipa va acţiona într-o ordine bine determinată.

Aprecierea caracterului şi gravităţii accidentului. Păstrîndu-şi calmul, coechipierii se vor deplasa cît mai rapid la accidentat pentru a evalua situaţia şi a verifica următoarele aspecte: mobilitatea articulaţiilor, respiraţia, pulsul, prezenţa unor leziuni sau a zonelor dureroase, precum şi coerenţa răspunsurilor date de accidentat, dacă acesta este conştient.

Primul ajutor medical şi asistenţa generală a accidentatului[1]. Acesta va fi scos din zonele

[1] Nu insistăm asupra noţiunilor de prim ajutor medical, prezentate în detaliu în numeroase lucrări de specialitate. De asemenea, pentru modul de organizare a unei acţiuni de salvare de către o echipă de la

periculoase (căderi de pietre, curent puternic de aer, apă) cu atenţie maximă — trebuie avută în vedere posibilitatea unor fracturi de membre sau de coloană — fiind mişcat şi transportat cît mai puţin posibil, pînă la un loc corespunzător, după care se acordă măsurile de prim ajutor medical. Dacă deplasarea accidentatului nu este posibilă, primul ajutor va fi acordat pe loc după care se vor lua măsurile necesare pentru protejarea faţă de alte pericole şi pentru evitarea pierderii de căldură. Un minim de cunoştinţe medicale vor fi totdeauna mai eficiente decît cea mai completă trusă sanitară.

În această etapă, echipa va fi confruntată cu o problemă importantă: accidentatul va fi evacuat spre cel mai apropiat centru medical printr-o acţiune de autosalvare (deci cu forţele echipei), sau se va dă cît mai urgent alarma la exterior, solicitînd ajutorul unei echipe de salvare specializată (echipă salvaspeo)?

Fig. 109. Modalităţi de transportare a unui accidentat de către coechipieri într-o acţiune de autosalvare: a) prin apucare de guler, sau umăr şi guler; b) remorcare prin alunecare pe spate; c) transport pe spate; d) scaun pe patru mîini; e) metoda Rautek.

Fig. 110. Plasă confecţionată din coardă, pentru transportarea unui accidentat: a) mod de realizare; b) cuplarea plasei la coarda de tracţiune.

Organizarea unei acţiuni de autosalvare. O asemenea acţiune este posibilă numai în situaţiile în care sînt întrunite următoarele condiţii: (1) accidentatul poate coopera la evacuarea sa, fiind capabil să meargă sprijinit de un coechipier, este lucid şi are reflexe bune; (2) echipa este suficient de numeroasă pentru a putea executa toate manevrele de evacuare; (3) dificultăţile traseului care va fi parcurs spre exterior pot fi depăşite fără riscul producerii altui accident.

Uneori, accidentatul trebuie transportat de către coechipieri. Acest lucru se va face cu o metodă impusă de caracterul accidentului şi de morfologia galeriei (fig. 109). De regulă, o echipaa nu este dotată cu targa, aceasta făcînd parte din dotarea echipelor de salvare. Pentru situaţii neprevăzute, se poate confecţiona o targa rigidă folosind piese de echipament sau coarda. În ultimul caz, se obţine o plasă rezistentă, cu ajutorul căreia acidentatul poate fi ridicat sau coborît pe distanţe reduse (fig. 110).

Dacă echipa ajunge la concluzia că o acţiune de autosalvare nu este posibilă şi este necesară o intervenţie de la exterior, se va acţiona cît mai rapid, pentru a reduce timpul scurs pînă la intervenţie, înainte de a se dă alarma, vor fi luate următoarele măsuri: (1) accidentatul va fi asigurat împotriva altor pericole (căderi de pietre, viituri etc.) şi se va încerca ameliorarea durerilor, a stării psihice, a eventualelor pierderi de sînge; (2) se va asigură prezenţa unui coechipier lîngă accidentat pe toată durata de aşteptare, precum şi o sursă de lumină cu durată mare de funcţionare. Ce se întîmplă însă cînd accidentul se produce într-o echipă alcătuită din trei speologi? Cîţi vor pleca după ajutor, unul sau doi? în reţelele subterane cu grad mare de dificultate, obstacolele nu pot fi depăşite de un singur speolog, existînd riscul producerii altui accident. Rezultă cu claritate necesitatea ca cei doi membri disponibili ai echipei să plece împreună, dar aceasta presupune abandonarea pentru moment a accidentatului. Din asemenea situaţii decurge obligativitatea ca echipele care activează în subteran să fie alcătuite din minimum patru speologi.

Fig. III. Modalităţi de transportare a unui accidentat în funcţie de dimensiunile şi forma galeriei.

Pentru situaţiile în care echipa este numeroasă şi există posibilitatea confecţionării unei tărgi, doi speologi vor pleca pentru a da alarma la exterior, iar restul echipei poate începe transportul accidentatului, transport care se va face în funcţie de morfologia galeriilor (fig. III). În acest mod, timpul care trece de la producerea accidentului pînă la intervenţia medicală specializată, va fi mult diminuat.

Accidentele pot şi trebuie să fie evitate. O bună pregătire fizică şi psihică, un echipament corespunzător genului de acţiune care urmează să fie desfăşurată, completate cu analiza obiectivă a dificultăţilor, a propriilor posibilităţi, precum şi activitatea în echipă, reduc la minimum riscul de accident.

---

exterior, se poate consulta, Gutt, 1987

ANEXE

ANEXA 1

VALORILE COEFICIENTULUI K, PENTRU DETERMINAREA DIFERENŢEI DE NIVEL DINTRE DOUĂ PUNCTE CU AJUTORUL ALTIMETRULUI

$P=(P_1+P_2)/2$, $t=(t_1+t_2)/2$	-20°	- 10°	0°	+ 10°	+20°	+ 30º
780	9,49	9,86	10.24	10.62	10, 99	11,37
770	9,62	10,00	10,38	10,76	11,14	11,50
760	9,74	10,13	10,52	10,91	11,29	11,68
750	9,87	10,26	10,65	11,04	11,43	11,82
740	10,00	10,40	10,80	11,20	11.59	11,16
730	10,15	10,55	10,95	11,35	11,75	12,16
720	10,29	10,69	11,10	11,51	11,91	12,32
710	10,43	10,84	11,25	11,55	12,08	12,49
700	10,58	11,00	11,42	11,84	12,26	12,68
690	10,74	11,16	11,58	12,00	12,43	12,85
680	10,89	11,32	11,75	12,19	12,61	13,04
670	11,05	11,49	11,93	12,37	12,81	13,24
660	11,23	11,67	12,11	12,55	13,00	13,44

Exemplu: Dacă în punctul 1, p_1=750 mm şi t_1=25°, iar în punctul 2, p_2=730 mm şi t_2=15°, atunci

$P=p_1+p_2/2$,=740 mm, $t=t_1+t_2/2$=20oC

iar valoarea lui k pentru 740 mm şi 20°C este 11,59, care introdus în formula

$z_{1-2}=k(p_1-p_2)$=11,59(750-730)=231,8 m

va da diferenţa de nivel dintre cele două puncte.

ANEXA 3

Anexa 3. Semne grafice convenţionale folosite în cartografia speologică:

ANEXA 4

SISTEMUL ZECIMAL DE INVENTARIERE A PEŞTERILOR
Numărul de cod al principalelor unităţi de relief

1. CARPAŢII ORIENTALI
10. Grupa Nordică
100 M-ţii Maramureşului
101 M-ţii Vulcanici de Nord
102 M-ţii Rodnei
103 Obcinele Bucovinei
104 M-ţii Bîrgăului
105 M-ţii Rarău şi Giumalău
11 Grupa Centrală
110 M-ţii Stînişoarei
111 M-ţii Bistriţei
112 M-ţii Giurgeului

1,13. Mas. Ceahlău
114 Mas. Suhard
115 M-ţii Hăşmaşu Mare
116 M-ţii Trotuşului
117 M-ţii Vulcanici de Sud

12. Grupa sudică
120 M-ţii Oltului
121 M-ţii Teleajenului
122. Mas. Piatra Mare
123 Mas. Postăvarul
124 Mas. Bucegi
125 Mas. Leaota
126 Mas. Piatra Craiului
127 Culoarul Rucăr-Bran
128 M-ţii Buzăului
129 M-ţii Vrancei

2 CARPAŢII MERIDIONALI
20 Grupa Estică
200 M-ţii Iezăr-Păpusxa
201 M-ţii Făgăraşului
202 M-ţii Cibinului
203 M-ţii Lotrului
204 M-ţii Căpăţînii
205 M-ţii Parîng
206 M-ţii Sebeşului

21 Grupa Centrală
210 M-ţii Retezat
211 M-ţii Vîlcan
212 M-ţii Mehedinţi
213 Pod. Mehedinţi
214 Culoarul Văii Cerna
215 M-ţii Cernei
216 M-ţii Ţarcu
217 Muntele Mic

22 Grupa Vestică (M-ţii Banatului)
220 M-ţii Semenic
221 M-ţii Almaşului
222 M-ţii Locvei
223 M-ţii Aninei
224 M-ţii Domanului
225 M-ţii Dognecea
226 D-le Areniş
227 M-ţii Poiana Ruscă
228 D-le Lipovei

3 MUNŢII APUSENI
30 M-ţii Zarandului
31 M-ţii Metaliferi
32 M-ţii Trascăului
33 M-ţii Gilău
34 M-ţii Bihor
35 M-ţii Vlădeasa

36 M-ţii Codru-Moma
37 M-ţii Pădurea Craiului
38 M-ţii Plopiş
39 M-ţii Mezeş

4 DEPRESIUNEA TRANSILVANIEI
40 Podişul Someşan
41 Podişul Tîrnavelor

5 DOBROGEA
50 Dobrogea de Nord
51 Dobrogea Centrală
52 Dobrogea de Sud

6 SUBCARPAŢII
60 Subcarpaţii Moldovei
61 Subcarpaţi de la Curbură
62 Subcarpaţii Getici

7 PODIŞUL MOLDOVENESC
70 Bazinul Prutului
71 Bazinul Siretului

8 DEPRESIUNEA GETICĂ

ANEXA 5

FISXA DE ANUNTX SXI CONFORMITATE

CUPRINS

CUVÎNT ÎNAINTE
Partea I SPEOLOGIE TEORETICĂ ŞI APLICATĂ.

Cap. 1 DESCRIEREA REŢELELOR SPEOLOGICE (SPEOMORFOLOGIA)
CE ESTE O PEŞTERĂ?
CÎTEVA NOŢIUNI DE BAZĂ
TIPURI ŞI CLASIFICĂRI
Criteriile morfologice
Criteriile hidrologice
Criteriile climatice
Descrierea peşterilor
ROLUL CONTEXTULUI REGIONAL AL PEŞTERILOR

Cap. 2 MĂSURAREA REŢELELOR SPEOLOGICE (SPEOMETRIA)
Principalii paremetri
CUM MĂSURĂM REŢEAUA SUBTERANAA
INDICI ŞI COEFICIENŢI
UTILIZAREA DATELOR SPEOMETRICE
SPELEOGRAMA

Cap. 3 TOPOGRAFIE ŞI CARTOGRAFIE SPEOLOGICĂ
ABC-ul SPEOLOGULUI TOPOGRAF
NOŢIUNI GENERALE DESPRE HĂRŢI
NOŢIUNI GENERALE DESPRE ERORI
TOLERANŢE ŞI CLASE DE PRECIZIE

PREGĂTIREA RIDICĂRILOR TOPOGRAFICE
EXECUTAREA RIDICĂRILOR TOPOGRAFICE
METODE TOPOGRAFICE FOLOSITE ÎN SPEOLOGIE
Drumuirea
Radierea
Metoda perpendicularelor
Intersecţia
Ridicări topografice în situaţii deosebite
PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR DIN TEREN
REDACTAREA MATERIALELOR CARTOGRAFICE

Cap. 4 FOTOGRAFIA SPEOLOGICĂ
APARATUL FOTOGRAFIC
PELICULA
SURSA DE LUMINĂ
ACCESORII ŞI PROTECŢIA APARATURII EXPEDIŢIA FOTOGRAFICAA

Cap.5 SĂ OCROTIM PEŞTERA

Cap.6 EVIDENŢA SPEOLOGICĂ
ROLUL ŞI SCOPUL EVIDENŢEI SPEOLOGICE
DENUMIREA PEŞTERILOR
SISTEMUL ZECIMAL DE INVENTARIEREA PEŞTERILOR CATALOGUL PEŞTERILOR

Partea a II-a EXPLORAREA SPEOLOGICĂ

Cap. 7 SPRE NOI DESCOPERIRI
Cap. 8 ORGANIZAREA TABERELOR SPEOLOGICE
Cap. 9 ECHIPAMENTUL SPEOLOGIC
ECHIPAMENTUL INDIVIDUAL
ECHIPAMENTUL COLECTIV
ECHIPAMENTUL SUPLIMENTAR

Cap. 10 SPEOLOG SAU ALPINIST?
NU SE POATE FĂRĂ CĂŢĂRARE
RAMONAJUL - TEHNICA PRIZELOR DE OPOZIŢIE CUM FOLOSIM PITOANELE
15 NODURI DIN ... 4 000 !
ASIGURARE ŞI AUTOASIGURARE
ASCENSIUNEA CU AJUTORUL CORZII
ANCORAREA CORZILOR

Cap. 11 NOI, SPEOLOGII, ŞI METODELE NOASTRE
CUM NE DEPLASĂM FĂRĂ ECHIPAMENT SPECIAL PE RÎURILE ŞI LACURILE SUBTERANE
CUM COBORÎM PE COARDĂ RAPID ŞI SIGUR
SĂ URCĂM PE COARDĂ CU FORŢE PROPRII

Cap. 12 REZOLVAREA PROBLEMELOR TEHNICE SPECIALE
PREGĂTIREA TERENULUI ŞI A CORZILOR
FRACŢIONĂRI ŞI DEVIERI
TRECEREA DE LA URCAREA PE COARDĂ LA COBORÎRE ŞI INVERS
DEPĂŞIREA NODURILOR LA COBORÎRE
TRECEREA SURPLOMBELOR LA URCARE PE COARDĂ CU DISPOZITIVE
FOLOSIREA BLOCATOARELOR ŞI COBORÎTOARELOR ÎN ALTE SCOPURI

Cap. 13 CAUZELE ACCIDENTELOR SPEOLOGICE ŞI EVITAREA LOR PERICOLE OBIECTIVE
CAUZELE SUBIECTIVE ALE ACCIDENTELOR SPEOLOGICE

COMPORTAREA ECHIPELOR ÎN CAZ DE ACCIDENT

ANEXE

Anexa 1 Valorile coeficienlului k, pentru determinarea diferenţei de nivel dintre două puncte, cu ajutorul allimetrului
Anexa 2 Fişa de calcul şi compensare a unei drumuiri nivelitice închisă pe punctul de plecare
Anexa 3 Semne grafice_convenţionale folosite în cartografia speologică
Anexa 4 Sistemul zecimal de inventariere a peşterilor. Numărul de cod al principalelor unităţi de relief.
Anexa 5 Fişa de anunţ şi confirmare (Model).

Fig. 18 (Planşa a II-a vorsatz) Hartă carstului: a) reprezentări la scară mare şi foarte mare — contur morfologic sau direcţie reală; b) reprezentări la scară mică — microformele, prin simboluri.
A. **Lapiezuri**: a_1 caneluri, a_2 microlapiezuri, a_3 ascuţite sau ruiniforme, a_4 creste rotunjite, a_s creste ascuţite, a_6 încrucişate, a_7 tubulare, a_8 distruse, a_9 exhumate; b_1 izolate, b_2 cîmpuri (lapiazuri). B. **Humuri**: a_1 vîrf ascuţit sau creastă, a_2 vîrf plat, a_3 turn, b_1 blocuri izolate, clippe. **C. Doline**: a_l asimetrică, a_2 pîlnie, a_3 fund plat. a_4 evazată, a_s reactivată, a_6 colaps, a_7 pe contact, a_8 deschisă, b_1 dolină (închisă; deschisă), b_2 microdoline, b_3 cîmp de doline (cifra indică adîncimea). D**. Îngemănări de doline, uvale**: a_l doline concentrice, a_2 doline adventive, a_3 ,b_l uvală, a_4 doline aliniate, a_s vale de doline, b_2 forme alungite. E. **Mezoforme carstice**: a_1,b_1 carstoplenă, a_2, b_2 polie sau depresiune închisă, a_a, b_3 depresiune cu contur vag, a_4, b_4 depresiune deschisă. **F. Microforme fluvio-carstice**: a_1 talveg plat, a_2 recul, a_3 fund de sac, a_4 vale suspendată, a_s vale cu doline, a_6 talveg anastomozat, a_7 treaptă antitetică, a_8 săritori, praguri, marmite, b_1 vale secundară. G**. Mezoforme fluvio-carstice**: a_1, b_1 canion, a_2, b_2 cheie, a_3, b_3 depresiune de contact, a_4, b_4 depresiune sau bazinet cu geneză diversă a_s, b_s nivel de vale, terasă. **H. Deschideri în carst şi forme subterane**: a_1, b_1 peşteră, a_2, b_2 aven, a_3, b_3 ponor, a_4 abri, a_5 arcată, a_6 pod natural, a_7 diaclaze puţin adînci, a_8 diaclaze adinei, b_4 grup de peşteri, a_9, b_5 reţea speologică. **I. Mezoforme orografice**: a_l b_1 creastă ascuţită, a_2, b_2 creastă rotunjită, a_3, b_3 creastă secundară, a_4, b_4 cuestă, a_5, b_s suprafaţă structurală, a_6 b_6 suprafaţă de nivelare, a_7, b_7 abrupt tectonic. **J. Microforme orografice**: a_1, b_1, martori de eroziune, a_2, b_2 înşeuare, a_3, b_3 abrupt, a_4 banchete structurale, a_5 relief ruiniform, a_6 zonă de măcinare a rocii**. K. Alte microforme şi depozite necarstice:** a_1 cuvertură de sol, a_2 argile, b_1 depozite impermeabile, a_3 aluviuni, b_2 cîmpie aluvială, a_4 con de grohotiş, a_5 rîu de pietre, culoare de solifluxiune, a_6 con de dejecţie, a_7 torenţi, ravene, a_8, b_2, tuf, travertin. **L. Reţea superficială**: a_1 b_1 curs permanent, a_2, b_2 curs temporar, a_3 b_3 talveg sec, a_4, b_4 pierdere difuză, a_5, b_s lac permanent, a_6,b_6 lac temporar, a_7, b_7 bazin versant, a_8, b_8, bazin închis. **M. Deschideri carstice**: a_1 b_1, peşteră, a_2 b_2 aven, a_3.b_3, impenetrabil, a_4, b_4 prin galerie sau puţ de mină**. N. Retxea subterană**: a_1 curs permanent, a_2, curs intermitent, a_3 lac permanent, a_4 lac temporar, a_s, b_1 drenaj cunoscut, a_5, b_2 drenaj presupus, a_6, b_3, direcţie generală de drenaj, a_7, b_4 bazin hidrogeologic. **O. Petrografie**: a_1 b_1 carstificabil, a_2, b_2 necarstificabil, a_3, limita rocii din bază, a_4 limita rocii acoperitoare**. P. Tectonică**: a_1 b_1, falie, a_2, b_2 decroşare, a_3, b_3, anticlinal, a_4, b_4 sinclinal a_5, b_5 încălecare, a_6 poziţia stratelor. **R. Elemente speleocarstrale**:a_1, b_1 limită sector, carstic, a_2, b_2 codul peşterii. **S. Elemente cartografice**: a_1 b_1 cote, a_2 curbe de nivel **T. Intervenţii antropice**, a_1, b_1 intrare de mină. a_2, b_2 carieră, a_3, construcţii. a_4 drumuri.

Redactor: IOANA NICULESCU Tehnoredactor: ECATERINA ALBICI
Bun de tipar: 7.09.1990 Coli de tipar: 15 Lucrarea executată sub c-da nr. 019195 la
Întreprinderea poligrafică Sibiu Şoseaua Alba Iulia nr. 40 ROMÂNIA

Scanare, OCR şi corectura : Roşioru Gabi rosiorug@yahoo.com
Alte titluri disponibile la : grupul HARTI_CARTI la http://groups.yahoo.com/
Carte obţinută prin amabilitatea dlui. Malide Cristian.